

日本船舶振興会 昭和49年度補助事業  
“船舶の構造・性能に関する基礎的研究”

研究資料No.231

## 第150研究部会

### 衛星を利用した船舶の運航システム 及び船上設備の研究

#### 報 告 書

昭和50年3月

社 団 法 人  
日 本 造 船 研 究 協 会

## はしがき

本報告書は日本船舶振興会の昭和49年度補助事業「船舶の構造・性能に関する基礎的研究」の一部として日本造船研究協会第150研究部会においてとりまとめたものである。

本研究部会の委員は次のとおりである。

### 第150研究部会委員名簿(敬称略, 順不同)

部会長	木村 小一(電子航法研究所)	
幹事	井東洋一(日本郵船)	遠藤 敏雄(大阪商船三井船舶)
	岡田 高(沖電気工業)	川田 皓造(石川島播磨重工業)
	鈴木 務(電気通信大学)	相馬 昭二(日本電気)
	辻村 克己(日本無線)	中川 秀夫(協立電波)
	野々瀬 茂(三井造船)	秦 武彦(安立電気)
	原 昌三(三菱重工业)	平岩 美秀(三菱電機)
	松下 嶽(富士通)	馬淵 郁次郎(ジャパンライン)
	横井 大六(日本船舶通信)	吉田 信一郎(東京芝浦電気)
委員	安達啓一(七洋電機)	新井 健(東京計器)
	五十嵐 昭一(住友重機機工業)	諫山 武彦(日立造船)
	岩井 励(川崎重工業)	岩田 弘(安立電波工業)
	内野慎太郎(日本造船工業会)	佐野 照雄(出光タンカー)
	柴田利光(日本鋼管)	菅原 四郎(古野電気)
	寺本俊二(北振電機製作所)	中島 清治(山武ハネウエル)
	原 敬太郎(佐世保重工业)	星 昌憲(昭和海運)
	町田 運八(光电製作所)	松橋 寿雄(日本船主協会)
	吉田 隆彦(太平洋海運)	
討議 参加者	秋久幸雄(日本船舶通信)	飯塚 康雄(沖電気工業)
	石崎武志(石川島播磨重工業)	大沢謙一(沖電気工業)
	太田堯久(三菱電機)	小林 宏(日本钢管)
	斎藤信夫(協立電波)	反町 梅太郎(古野電気)
	坂田八郎(ジャパンライン)	谷口芳夫(三菱電機)
	谷 貞和(三菱電機)	西山 節男(三井造船)
	松本友和(川崎重工業)	森 良雄(協立電波)
	村谷 雄三(日立造船)	

## 目 次

1. 緒 言 .....	1
2. 海事衛星システムの調査(その1) IMCO関係 .....	2
2.1 海事衛星システムを必要とする背景 .....	2
2.2 第4回海事衛星専門家パネルまでの経緯 .....	3
2.3 第5回専門家パネル .....	7
2.3.1 概 要 .....	7
2.3.2 会議の参加国 .....	8
2.3.3 議題及び議事の進め方 .....	8
2.3.4 審議された主な内容 .....	9
2.3.5 日本提案について .....	13
2.4 海事衛星専門家パネルがまとめた「海事衛星システム設立のための国際会議への報告書」の概要 ..	14
2.4.1 報告書の構成 .....	14
2.4.2 序論 第1節 海事衛星システムを設立する理由及び第2節システムの運用要件 .....	14
2.4.3 第3節 航空移動衛星との共用の可能性 .....	15
2.4.4 第4節 第1段階の基礎的技術パラメータ .....	15
2.4.5 第5節 チャネル割当及び地上通信網とのインターフェース .....	16
2.4.6 第6節 システムの経済評価 .....	18
2.4.7 第7節 システムの設立のための機構及び制度の取り決め .....	22
2.4.8 第7節の付属書I 海事衛星システム(INMARSAT)のための国際機関に関する条約案 .....	24
3. 海事衛星システムの調査(その2)技術の現状と現在計画中のシステムの調査 .....	27
3.1 システムの研究 .....	27
3.1.1 システム研究の動向 .....	27
3.1.2 海事衛星のシステム構成 .....	28
3.2 衛星技術 .....	29
3.2.1 衛星技術の一般 .....	29
3.2.2 海事衛星の打上げロケット及び形式、大きさ、重量 .....	29
3.2.3 海事衛星の構成 .....	30
3.2.4 通信系 .....	30
3.2.5 テレメトリ・コマンド系 .....	31
3.2.6 制御系 .....	32
3.2.7 電源系 .....	32
3.2.8 構体系 .....	32
3.2.9 信頼性技術等 .....	32
3.3 地上局技術 .....	36
3.4 船上局技術 .....	36
3.4.1 船上局技術の概要 .....	36
3.4.2 電子的制御船上アンテナ .....	37
3.4.3 テレグラフィ専用船舶局の方式検討 .....	39
3.5 変調方式その他 .....	42

3. 5. 1 音声変調方式	4 2
3. 5. 2 電信及びデータ変調方式	4 2
3. 5. 3 誤り訂正方式	4 4
3. 6 海事衛星の公共的利用技術	4 5
3. 6. 1 遭難通信	4 5
3. 6. 2 無線測位	4 5
3. 7 電波の海面反射の影響	4 6
3. 8 海事衛星計画	4 6
3. 8. 1 アメリカの海事衛星システム(MARISAT)	4 6
3. 8. 2 MAROTS 計画	5 0
3. 8. 3 INTELSAT 計画	5 1
4. 海事衛星システムに関する意識度調査	5 3
4. 1 調査の目的	5 3
4. 2 アンケート内容	5 3
4. 3 アンケート依頼先及び回答状況	5 3
4. 4 アンケート結果	5 3
4. 5 コメント集	6 0
4. 5. 1 Needs	6 0
4. 5. 2 費用	6 1
4. 5. 3 技術	6 1
4. 5. 4 船上設備	6 2
4. 5. 5 その他	6 2
4. 6 日本との短波通信	6 2
4. 7 まとめ	6 2
5. 船舶運航システムの衛星利用分野とその予測	6 4
5. 1 船舶通信の実態	6 4
5. 1. 1 船舶隻数	6 4
5. 1. 2 通信量	6 5
5. 1. 3 他の通信	6 7
5. 2 電話の利用	6 7
5. 2. 1 利用分野	6 7
5. 2. 2 予測	6 7
5. 3 テレックスの利用	6 7
5. 3. 1 利用分野	6 7
5. 3. 2 予測	6 8
5. 4 高速データ通信の利用	6 8
5. 4. 1 利用分野	6 8
5. 4. 2 予測	6 8
5. 5 ファクシミリその他の利用	6 8
5. 5. 1 ファクシミリ	6 8
5. 5. 2 テレビ	6 9

5. 6 無線測位	69
5. 7 遭難、安全関係通信	69
5. 7. 1 わが国の現状	69
5. 7. 2 遭難、安全通信システムへの利用	70
5. 8 運航経済への寄与度の評価	70
6. 船上設備の仕様などの検討	72
6. 1 環境条件	72
6. 2 装置の構成	73
6. 3 回線設計	75
6. 4 空中線装置の方式とその利欠点	76
6. 5 船上設備の技術的問題	77
6. 6 仮仕様書の作成	78
6. 6. 1 環境仕様	78
6. 6. 2 一般仕様	79
6. 6. 3 空中線サブシステム	79
6. 6. 4 送信サブシステム	79
6. 6. 5 受信サブシステム	80
6. 6. 6 変復調サブシステム	80
6. 6. 7 ベースバンドサブシステム	81
6. 6. 8 アクセス制御サブシステム	81
6. 6. 9 電信、電話端末サブシステム	81
7. 今後の研究の進め方	82
7. 1 今後の研究方針	82
7. 2 昭和 50 年度の研究の進め方	82
7. 2. 1 現行の船舶通信（救難通信等を含む）及び航法の内容分析及び将来の要求条件の調査	82
7. 2. 2 現行の通信及び航法方式と衛星方式のコンパティビリティの研究	82
7. 2. 3 通信内容の種別、伝送容量の研究（音声、テレタイプ、ファックス、放送、船位測定）	83
7. 2. 4 宇宙通信の特質とその対策の調査研究	83
7. 2. 5 装備条件にもとづくハードウェア要求条件の研究	84
7. 2. 6 環境条件の詳細調査	84
7. 2. 7 運用、操作方法の研究	84
7. 2. 8 空中線系の研究	85
7. 2. 9 送信処理系の研究	85
7. 2. 10 ユーザ機器の設計・評価	85
8. 問題点とその検討	87
8. 1 IMO の国際会議に対処すべき問題点の検討	87
8. 2 国内態勢その他の問題点	89
9. 結言	90

## 1. 緒 言

船舶の運航の安全性を向上し、また、その効率化をはかることは海運界の健全な発展のために特に重要なことからである。そしてその運航の安全と効率化に対し船舶と陸上各所との通信連絡および航法などのための船位の測定はきわめて重要な要素の双壁である現在、陸上と大洋中の船舶との通信のほとんどは中波および短波を媒介として行なわれるため、(1)雑音混入に伴なって通信品質が悪く、(2)使用周波数帯に限界があるため周波数割当が窮屈であり、また、電離層伝搬に伴なう地域別、時間帯別の最適周波数の選定の必要性などから通信の即時性が得られず、場合によっては大きな待時間を余儀なくされる、(3)技術的な制約などから高速データ通信などの大容量情報の伝送が困難である、などの制約があり、また、航法(船位測定)の分野でも現存する各種の電波航法システムでは、(1)全世界のどこでも、(2)任意の時間に、(3)高精度で測位をすることは不可能であり、また、今後の交通福島海域などでの航行管制(または航行警報)を行うための測位システムは近距離のシステムを除いて存在しない。

このような情勢の下で、宇宙技術の発達は衛星中継による高品質船舶通信と無線測位の可能性を示し、それらは実験によっても一部証明されており、国際的には政府間海事協議機関(IMCO)が1970年代末期の実用を目指した国際システムの設立についての国際会議の開催を呼びかけており、その準備作業のため、この分野での専門家によるパネルを過去6回開催している。

また、アメリカおよび欧州各国の共同衛星開発機関である欧州宇宙研究機関(ESRO)はそれぞれ実用および実験用の衛星システムの開発を発表しており、とくにアメリカMARISATシステムの衛星打上げは目前に迫っている。

このように船舶の運航への衛星技術の利用の必要性とそのための国際的動向を考えると、わが国としても早急にそれらに対応して所要の研究調査を進め、それらをもとにわが国として、これらの動きに対する態度を決定することが緊要と考えられる。そのための研究調査の中にはつきのようなものが含まれよう。

- (1) この分野における国際的動向や関連の技術について調査するとともに必要に応じ研究開発も行うこと。
- (2) わが国におけるこの分野での衛星利用の必要性を調査するとともに積極的に利用分野を開拓すること。
- (3) 造船国であるわが国の立場を考えると、この分野における船上装置の開発を進めること。

(社)日本造船研究協会は、昭和49年度より5カ年計画で上記3項目を中心とした調査および研究開発を進めることとし「衛星を利用した船舶の運航システムおよび船上装置の開発」を行なうため、第150研究部会(SR-150)を発足させ研究を開始した。

昭和49年度は第1年度でもあり、また、昭和50年4月にはIMCOの国際会議が予定されていることを考慮に入れ、

- (1) 現在までのIMCOでの作業状況を含めた関連技術の調査
- (2) わが国の関係者の意向のアンケート調査
- (3) 今後の研究方針を審議するとともに、その研究に必要なシステムの概念設計と試作船上装置の仕様についての検討

を行ってきた。この報告書はこれら第150研究部会で昭和49年度に行なった調査および研究の成果をまとめたものである。なお、昭和49年9月に開催されたIMCOの第5回海事衛星専門家パネルには当研究部会より鈴木務幹事を派遣した。その出席報告は当報告書の2.3節に記載してある。

## 2. 海事衛星システムの調査（その1）IMCO関係

### 2.1 海事衛星システムを必要とする背景

IMCO の海事衛星専門家パネルが 1975 年春 IMCO が主催して開催される「国際海事衛星システムの設立に関する国際会議」へ提出するためにまとめた報告書の冒頭でシステムを設ける理由としてつぎのようなものをあげている。

- (1) 現在の HF ( 短波 ) システムの欠陥
  - (a) HF システムは (b) 以下に列挙する理由により将来の需要を満せない。
  - (b) 現在の HF システムは 70 年代のうちに激しい混雑と飽和がおきる。
  - (c) 国際 HF 電信の遅れが (i) 混雑のため海岸局との接続が困難 (ii) 電離層伝搬による制約 (iii) 通信士が 8 時間当直であることの理由により生じ、また信号品質の劣化、フェージング、妨害が多い。
  - (d) HF 通信の最適周波数の選択の制限があり、また、電波伝搬上の制約がある海域からは 1 日 2~3 時間しか通信が確保できず、それが通信士当直時間と一致すると限らない。
- (2) 現在の HF システムは、つぎのような機能へ拡張することが困難である。  
(a) 自動交換接続 (b) 高速大容量の情報の伝送 (c) 最適航法への利用 (d) 無線医療サービス (e) 全世界的位置決定業務
- (3) SSB の周波数許容偏差の改善、チャネル間隔の縮小、選択呼出し、リンコンペックス、誤り訂正、印刷電信など HF システムのかなりの改善は行なわれているが、根本的な解決策でなく、また、将来の HF 帯での海事通信へのチャネル増はほとんどのぞめない。
- (4) 海事衛星はこの分野での信頼できる通信手段を与える、また、現在近、中距離システムである遭難システムを長距離のものとする可能性がある。

IMCO のパネルは上記のように衛星システムの直接的な必要理由をあげているが、このようなシステムの導入によって船舶の運航システムそのものの変革についても十分に留意する必要があると思われる。5 章で詳しく論ぜられるが、それらのうち現在考えられる二、三のものをあげるとつぎのとおりである。

- (1) 船舶の運航と人命の安全への寄与
  - (a) 長距離化され、かつ信頼性をもった遭難通信システムができる。
  - (b) 全世界的な非常位置表示無線標識が出現できる。
  - (c) 自動化され拡張された船位登録システムができる。
  - (d) 地上で船位測定ができるので、座礁、衝突などの危険の通告システムが可能になる。
  - (e) 安全通信、医療助言などの業務が大幅に導入できる。
- (2) 船舶の運航効率の向上
  - (a) 信頼できる即時通話によって船と運航管理者との間の連絡が密になる。
  - (b) 船から陸上の電子計算機の直接利用が可能となる。
  - (c) 最適航法の活用がより活発に行える。
  - (d) 船の運航データをテレメータなどで陸上で把握できるようになるので、船への補給計画、修理計画などが正確に行なえる。
- (3) 乗員の生活環境の改善
  - (a) 家族などへの品質のよい即時通話が可能となる。
  - (b) ニュース、娯楽番組（音声放送、ファクシミリ、静止画像伝送、動画 TV の中継など）の提供が将来は可能になる。

## 2.2 第4回海事衛星専門家パネルまでの経緯

IMCOはその第24回の海上安全委員会(1971・9)において海事衛星システムの国際的組織を準備すべきであるという決定を行ない、また、そのあとの無線通信小委員会で海事衛星を設けるための日程表などを作成し、また、作業の能率化をはかるためのパネルを設けることにし、第25回の海上安全委員会(1972・3)でその設置が正式に決定された。日程表は表2.2.1に示す。

※ 表2.2.1 海事衛星システムを設けるための日程表

要求される作業	作業を行うもの	時期
運用上の要件		海上安全委員会
システムの特性	専門家パネル	および1971年の総会
価格面の評価		
システムの予備的仕様	"	1974年初頭
第1回国際会議	各 国 政 府	1974年
協定の調整	1974年の第1回国際会議により決定された種々の問題点に関するパネル	1974年~1975年
最終的国際会議 協定の承認と実施	各 国 政 府	1975年
最終的システムの仕様 および計画に対する要求の公表	衛星の機関 (管理組織体)	1975年
設計および製作	契 約 者	1975年~1977年
最初の打上げ		1977年~1978年
運用面での利用の開始		1978年

※ この日程表は第1回国際会議開催の段階すでに半年の遅れを出している。

こうして、海事衛星専門家パネルは海上安全委員会とその無線通信小委員会の権限の枠の内で、海事衛星システム実現のためにその運用要件、基本的特性、経済効果、開発および運用のための組織などについての案をとりまとめることになった。

第1回のパネルは1972年7月5~8日、ロンドンのIMCO本部で開かれ、17カ国、9国際機関が参加し、わが国からは間野、宗広、渡辺の3氏が出席した。

第1回の議題はつぎのとおりであった。

- (1) 議題の採択
- (2) 付託事項
- (3) 作業の組織
- (4) CCIR(国際電気通信連合の無線通信諮問委員会)の中間会議の第8研究委員会の研究結果
- (5) 合意した計画事項の研究
  - (a) 海事移動衛星システムの運用要件の研究

- (b) 海事移動衛星システムの基本特性の研究
  - (c) 例えれば船上端局のような基本システム要素の研究
  - (d) 価格評価のための価格と利益及び市場調査
  - (e) 必要とする実験と開発の計画の考察と勧告の作成
- (6) その 他
- (7) 報告書の作成

審議の内容を極めて概略的に展望すると、

1. CCIR の特別合同委員会の結論を展望した。
2. 衛星のチャネル数は通信の要求から来るものと、衛星の容量から来るものと両方からつめる。
3. 無線測位はその可能性を排除しない。
4. 航空との共用について国際民間航空機関( ICAO )の見解を求める。
5. 初期の段階では船舶に衛星通信設備を強制しないが、なるべく多数の局が参加することがぞましい。
6. 基本特性をリストアップした。
7. 組織として全世界統一組織、大洋別の組織などが検討された。
8. 第1段階の海事衛星システムの基本指針としてつきの予備的試案が作られた。
  - (a) 第1段階は実験と運用的経験の習得とする。
  - (b) システムの将来の運用を象徴し、かつ将来の船上装置の設計を前提とする評価のできること。
  - (c) 少なくとも1大洋に1個の衛星をおき、それを2個に拡大することを考えること。
  - (d) 衛星は比較的小容量(重さ300~400kg)とする。
  - (e) 船舶用の空中線として10dBより高利得のものの評価を含むこと、遭難通報と測位は別の空中線がのぞましい。
  - (f) 第1段階は無線測位用チャネルの使用は含めない。
  - (g) 陸上局の数はなるべく少なくする。

パネルは、臨時第1回の会合をその後、同年11月6~11日、同じくIMCO本部で開いた。この臨時第1回というのはIMCOの都合によるもので、会議場などの関係もあって「臨時」と名付けてあるが、実質的には普通の会合と同じで第2回に相当し、これには日本からは大使館の間野書記官が出席し、出席国は15カ国と9機関であった。

この会合ではおおむねつぎに述べるような項目についての検討がなされている。

(1) 海上移動衛星業務の運用要件

第1段階のシステムでは全部の要件を満さないだろうとの前置きのもとで、つきのような合意がなされている。

- (a) 覆域： 24時間にわたり $70^{\circ}\text{N}$ ~ $70^{\circ}\text{S}$ の間；1日少なくとも3~4時間、 $70^{\circ}$ ~ $80^{\circ}\text{N}$ 及びS。
- (b) 船の種類： 初期は少数の特殊な船(タンカー、コンテナ船、大型客船など)が参加するが、船の数としては1980年には60,000隻、2000年には100,000隻(100GT以上)の船が存在し、その2/3が海上にあるとの想定である。
- (c) 一般通信： 最終的にはダイヤル呼出しを可能にする。
- (d) 遭難と捜索・救難通信： 優先アクセスにし低電力の非常位置表示ピーコン(EPIRB)も可能ならば併置する。
- (e) 安全通信： 医事通信、気象放送、水路通報など(ファクシミリも含む)の要求あり。
- (f) 無線測位： 1~2海里の精度で
- (g) 航空との共用も考える。

## (2) 通信量の統計

一定の様式を定め( Erlangs で ) 各国より報告を求めるにした。

## (3) 海事衛星システムの組織と確立

ソ連代表が提出した文書によって一般的な意見交換が行われ、今後考慮すべき事項をリストアップした。

## (4) 第 1 段階の海事衛星システム

これについては前回の会合のものに若干の追加を行ない、より一層研究すべきシステム特性を示した。

これらの結果は報告書にまとめられ、第 11 回の無線通信小委員会と第 27 回海上安全委員会に報告され、若干の編集上の追加によって承認された。そして、今後のスケジュールが他の会議( 1974 年の海上移動に関する無線通信主管庁会議と SOLAS 条約の改正会議 ) のため一部変更になり、第 1 回の政府間会議は 1975 年初頭となった。また、この海上安全委員会にアメリカが情報として、アメリカはその Comsat General が 1975 年に打上げる海軍用の通信衛星( 太平洋、大西洋各 1 個 ) に、 Comsat General の負担で L バンド - C バンドで動作する中継器を海事衛星用として積むことを報告している。

第 2 回のパネルの会合は昭和 48 年 4 月 30 日から 5 月 4 日まで、ロンドンの IMO 本部で開かれ、参加国はわが国を含む 19 カ国で、そのほか ICAO, ITU, ESRO, EUROSPACE, IALA, ICS ( 国際海運会議所 ), ICFTU ( 自由貿易連合国際同盟 ) CIRM ( 國際海上無線委員会 ) の 8 つの政府及び非政府機関で事務局を加えると 100 名をこえる参加者であり、前回の 17 カ国 ( 57 名 ) と関係機関であったのと比較して多大な人数になっており、各国の関心の深さを示している。

日本からは間野、木村の 2 名が参加した。

議題はつぎのとおりであった。

### (1) 議題の採択

### (2) 無線通信小委員会と海上安全委員会によりとられた処置

### (3) 機構についての問題( Institutional Arrangement )

### (4) 最適システムの全技術パラメータの作成と国際通信網との関係

### (5) 航空業務と海上業務の共用の可能性

### (6) 今後の作業計画と次回会議の日時

### (7) その他

### (8) 第 2 回会合の報告書

この会合での論議の大半は機構問題に当たられ、新組織の必要性を主張するソ連、西欧諸国と時期尚早を主張するアメリカとの間の討議があったのち、海事衛星のための国際組織( INMARSAT ) 協定案の逐条審議が行われた。

この本文は、定義、組織の目的と機能、構成員、利用者、法律的能力役員、機関、財産・資金・収入、特権と免除、寄託、IMO その他の国際機関との関係の 10 部門、29 条からなっている。この案は第 6 回パネルで最終的にまとめられた案の基礎となったものであるので、ここではその細部は省略する。なお、投資の分担については、システムの利用量に応ずるということで、その国の船舶保有トン数及び( または ) 保有隻数あるいはその国地上局の扱った HF 及び MF の通信量のいずれかになること、そして、その割合は周期的に再調整されることにしている。

技術的パラメータの議題は会合当初より小人数のテクニカルグループで検討し、そのまとめた結果を本会議に報告する形で進められ、時間の関係で本会議では全く審議されなかったので、題名に暫定的( Provisional ) と前置きしたうえで報告書の付録Ⅱとして採用された。この内容は、その後のパネルで若干の変更が行われたほかは第 5 回パネルの報告書の第 4 節、第 5 節のものとほぼ同じであるので省略する。また、航空との共用についても同第 3 節のものとほぼ同じことがまとめられた。

第3回パネルは48年9月10日から14日までパリで開かれ、わが国からは4名が出席し、全出席者は18カ国、10機関103名であった。議題はつぎのとおりであった。

- (1) 議事日程の採決
- (2) 機構問題
- (3) 海事衛星システムの技術的バラメータ
- (4) システムの経済評価
- (5) 通信量統計
- (6) 将来の作業計画および次期会合の期日
- (7) その他
- (8) 第3回会合の報告書

第3回の会合では第2回の会合の結論の再確認的なものが多く、機構問題については、構成員、出資率、組織などについての論議が再び行われているが結論的には大きな変更はない。質問表に対する審議は全く行われず、最終日アメリカより、そのコンソシアム(Consortium)案の審議が行われなかったことに不満の表明があり、次回パネルでは各種の代案の組織について優先的に審議することになった。

技術バラメータについては、衛星と船との上り下り回線の周波数に、航空との共用の1MHz幅を追加したこと、地上通信網とのインターフェースに電話とテレックスを別けて扱うこと、打上げロケットにソーデルタの2914と3914とを使用したときの見積り比較をしたこと、及び多目的衛星を使用したときの長所と欠点について検討したことがその主要な点である。

システムの経済評価についてはワーキンググループの審議結果が示されたが、更にノルウェーを中心に作業を続けることになった。

わが国においては、第2回パネル以降、この問題に対する重要性がようやく認識されるようになり、第4回パネルには何等かの文書の提出をしようという気運が生じ、郵政省の電波技術審議会が中心になって技術バラメータに対する大要つきのような意見がまとめられ、提出された。

- (1) 船舶用アンテナについて利得が17dBのものほか8dBの利得でテレタイプ及びファクシミリに限定したサービスを受ける局を設けること。これによる衛星の負担は余り大きくならないと思われる。
- (2) テレタイプ(50bpsでC/No 3.0dB-Hz)とファクシミリ(C/No 4.6dB-Hz)の回線品質を提案すること。
- (3) 衛星にシェーブトビームアンテナや音声の存在するときのみ搬送波を出すスタートストップの方式などを採用し、その送信出力をより有効に利用できる方法を研究すべきこと。
- (4) 地上局と衛星間の使用周波数に11/14GHzを使用することは回線設計上問題が多いこと。
- (5) 衛星と船とのLバンドの周波数割当について早急に検討する必要のあること。

第4回パネル(ロンドン)にはわが国から5名が参加した。議題はつぎのとおりで、前記日本からの提案は文書番号MARSAT V/6/14として配布された。

- (1) 議題の採択
- (2) 第28回海上安全委員会によりとられた処置
- (3) 機構問題
  - (a) 各種の代りの機構
  - (b) 新組織の条約案
- (4) システムの経済評価
- (5) システムの財政的措置
- (6) システムの技術バラメータ
- (7) 各国政府への予備的報告書の作成

#### (8) その他の報告

##### (9) 海上安全委員会への報告

この会合の主目的は第1回の政府間会議へのパネルとしての提案文書を予備的にまとめていたが、その各討議を通じて、前回の多目的衛星がインテルサットV号系の衛星であることが表面に出て来たことをあげることができよう。以下、主な動きの一例をあげておくこととする。

日本の提案については、一部で解決すべきという意見もあったが取上げられ、「簡単な設計の低利得アンテナは安価で保守容易のため信頼性が高いが、高利得アンテナは多経路伝搬に対する保護が大で、更に衛星の覆域重複地域での同一チャネル干渉に対して強い」というコメントが技術パラメータの船上局のところに入り、また、経済評価の際にもその比較について考慮されることになっている。

代案の機構については、政策の決定、衛星システム開発、打上げおよびその後の運用の面からの検討をする、コンソシアム、INTELSATの全面的利用などは何れも政策の決定の点で満足できず、政府間協定による新組織への衛星提供の契約者としてのインテルサットの利用はその可能性が大きいという意向にまとめられる模様である。

技術パラメータでは従来の専用衛星(dedicated satellite)とインテルサットV号系衛星を想定した多目的衛星(multipurpose satellite)の2本立て(その多くは共通であるがINTELSATの設計上で電話のC/N<sub>0</sub>、船用装置のG/Tなどに若干の差がある)になった。なお、経済評価についてなお小グループでの検討が続けられることになった。

なお、パネルは第2回以降無線通信小委員会を通さず直接海上安全委員会へ付属する形に改められている。

## 2.3 第5回専門家パネル

### 2.3.1 概要

第5回専門家パネルは1974年9月2日から同月6日までロンドンにあるIMCO本部において開かれた。1975年4月から5月にかけて開かれる予定の「海事衛星システムの設立のための政府間会議」への最終回パネルとするために参加各国は熱心に討議を続けた。

参加国は2.3.2に述べる22カ国代表に国連関係機関、政府間機関、非政府機関の代表を加えて総数153名の多人数となった。

日本からは外務省の松沢摂津男一等書記官の他に郵政省電波監理局法規課長補佐藤岡昌義氏、郵政省大臣官房電気通信監理官室条約係長栗谷川和夫氏、国際電信電話(株)衛星通信調査室長(郵政省参与)金谷澄夫氏、同ロンドン事務所所長高松章氏、同副参事小堀祐紀氏、日本無線(株)開発部専門部長(郵政省参与)辻村克己氏、電電公社ジュネーブ駐在調査役(郵政省参与)岡部恒雄氏、電気通信大学助教授鈴木務氏の9名が参加した。

参加人数の多い順番から見ると地元イギリスから19名、アメリカ17名、西ドイツの10名につづいて4番目であった。

討議の内容は主として第4回までのパネルで採択されたProvisional Report MARSAT IVの内容について各国から寄せられた修正提案、コメントなどを中心に討議がすすめられた。内容的には条約、組織などに関する重要事項についてはほとんど政府間会議で最終統一を行うことになり、システムの経済的評価と技術的評価についての話し合いが積極的にすすめられた。特に運輸関係者に興味がもたれる船上設備の評価については、アンテナの大きさをG/Tで表わして-10(dB-K)、-7(dB-K)および-4(dB-K)の3種に集束させて検討させたことは注目に値する。

わが国からの提案されたシステムの運用上の要件に関する修正提案2件、システムの基本的な技術パラメータに関する提案6件およびシステム設定のための機構に関する提案1件については、運用上と機構上に関

する提案がそれぞれ不採択となったのを除いてすべてが採択された。

### 2.3.2 会議の参加国

総数 22カ国 116名

内訳 ( )内は参加者数

オーストラリア(4)	リベリヤ(1)	ベルギー(1)	オランダ(3)
カナダ(6)	ノルウェー(7)	デンマーク(1)	ベル(1)
フィンランド(2)	ポーランド(3)	フランス(6)	スペイン(4)
東ドイツ(1)	スエーデン(7)	西ドイツ(10)	スイス(1)
ギリシャ(3)	ソ連(8)	イタリー(2)	イギリス(9)
アメリカ(17)	日本(9)		

国連機関：2機関，4名

I T U (国際電気通信連合) (3)

W M O (世界気象機関) (1)

政府間機関：2機関，6名

E S R O (欧洲宇宙研究機構) (5)

I N T E L S A T (国際衛星通信機構) (1)

非政府間機関：8機関，20名

I C S (国際海運会議所) (2)

I C F T U (国際自由労連) (2)

I A L A (国際航路標識協会) (1)

C I R M (国際海上無線通信委員会) (6)

O C I M F (石油公社国際海事評議会) (1)

E U R O S P A C E (欧洲宇宙産業連合会) (6)

E U R O S A T (欧洲通信衛星株式会社) (1)

I M C O 事務局

C . P . S r i v a s t a v a 事務局長以下 8名

### 2.3.3 議題および議事の進め方

9月2日の開会日にイギリス郵政省監査役，Mr . R . M . Billington が議長に選出された。議長は開会の挨拶のあと次の議題の設定をした。

- (a) 議題の採択
- (b) 海上安全委員会でとられた措置
- (c) 予測通信量の検討
- (d) 会議に対する仮報告書の検討
- (e) その他
- (f) 海上安全委員会に対する報告

会議は第4回までのパネルでまとめた仮報告書に対して各国からよせられた修正，コメントなどにもとづいてすすめることになり，三つの作業部会が設定された。

技術に関する作業部会：議長 Mr . M . A . Pinglier (フランス)

経済的評価に関する作業部会：議長 Mr . S . E . Doyle (アメリカ)

協定に関する作業部会：議長 Mr . F . Seyersted (ノルウェー)

9月2日，3日，4日の3日間は上記作業部会別に作業をすすめ，5日，6日はそれぞれ部会で得られた

結論を全体会議にかけて、さらに討議を行う方法がとられた。

#### 2.3.4 審議された主な内容

##### (a) 運営組織について

運営組織をどうするかについての討議が行われたが、第4回の報告書の内容から新しく修正、発展が得られなかった。運営母体をどのようにするかについては電気通信事業体をもって構成するコンソーシアム案、固定国際通信業務を行っているインテルサットに運営を委託する案、IMCOの一部として運営を担当させる案などが提案されているが、海事衛星システムは政府の責任において運用すべき公的な機関としての性格が必要であり、インテルサットは固定業務が主であり、出資率で意志決定権が左右されるインテルサット制度をそのまま海事衛星システムに取入れることは不適当であり、また、インテルサットに加入していない海事国がある。また、IMCOは主として安全の問題に関係する組織であることなどからこれらの組織の中に海事衛星を組入れることには反対が多く、国際海事衛星組織（INMARSAT）を新しく設立すべきであるとの意見に一致がみられた。

しかし、INMARSATを具体的にどのような組織とすべきかについては一致はみていない。

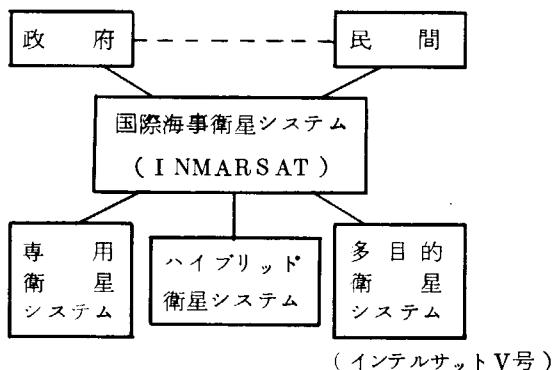


図 2.3.1

図2.3.1は国際海事衛星システムの母体となる組織を使用する衛星の可能な組合せを図示したものである。船と陸上との間の公衆通信を主として考えるアメリカその他の国々は管理運営を民間に委託しておき、政府はこれを指導、監督する立場でよいのではないかという意見を持ち、他方海事問題は人命にかかる重要な仕事であり、遭難、救助などの公的活動を重視するソビエトをはじめとする国々は政府の強い管理、運営権を主張している。使用する衛星についても専用の海事衛星を打上げる提案、インテルサットV号の一部を海事用に流用する多目的衛星を使用した方が安い費用ですむという提案、あるいは打上後数年間は多目的衛星を利用し、5ないし6年経過して海事の需要が多くなったときに専用衛星に切換えるハイブリッドシステムの利用がそれぞれ検討された。

どのような組織とするかについて統一的結論は得られなかったが、国際海事衛星のための新しい政府機関が生まれるであろうことは推察される段階に達したとみてよい。

##### (b) 協定案について

仮報告書 Provisional Report MARSAT IV の前文について国連憲章、海洋法などの関係国際法を引用している個所は、本システムとこれらとの関係は直接的ではないとの理由で削除された。

「船舶」という定義が議論され、固定作業台（Platforms Permanently Moored）を含むべきについて議論した。

イギリス、フランス等は固定作業台は「船舶」とみなさず、固定局と考えるべきであると主張し、アメ

リカはこれらに反対し、1975年の国際会議で決着をつけることになった。

システムの利用について理事会で決定される条件に従ってすべての国籍の船舶による利用のために開放されるとすることは、理事会の決定によつては「無差別の原則」に反する場合もあり得るとの意見があつたため、採択にいたらなかった。加盟国と非加盟国とでは使用料金や地上局の設置などに差別をつけないという提案も採択されず、相違があり得るという立場をとる国々がかなりあるようにみられた。

理事会の権限についても意見が分かれ、権限をより強化しようとするアメリカなどの案と原案でよいとする欧州諸国との間に対立がみられた。

出資率についての討議が行われた、イギリス、西ドイツなどの提案により出資率は宇宙部分の使用比率によるということを明確化できたが、具体的に宇宙部分の使用をどのように考えるかについて意見が3つに分かれたまま併記することになった。

A案 一 船舶発信の呼出しは、その船舶の運航を管轄するメンバーに、陸上から発せられる呼出しはその発信局を管轄するメンバーに帰属して算出する。（賛成が多かった）

B案 一 船舶発信の呼出しは、その船舶の運航を管轄するメンバー、陸上局から発信またはその局に着信するものについてはその陸上局を管轄するメンバーに帰属するとみなす。

C案 一 陸上から発信またはそこへ着信する呼出しについてのみ算定を行い、その局を管轄するメンバーに帰属するとみなす。

初期出資率については、現在の通信量と将来の予想通信量から算定するというイギリス案が多数で採択された。システム運用後2年経過した段階で初期出資率を修正する案については経過期間が短かすぎるとの意見が出された。初期出資率の算定は最終的には政府間会議で行うことになった。

物品の調達については「公開の国際入札により広く世界的な競争を維持するように配慮すべき」という多数意見に対してアメリカのみが「最良の品質、価格、納期の組合せを提供できる相手と契約すべきである」という提案をしていた。アメリカの持つ技術レベルに対する自信が反映したとみることができよう。

その他の協定案について、構成員の権利と義務、理事会の権限と任務、発明および技術情報の取り扱い方、特権と免除、加入メンバーシップの問題などに一致をみない個所が多々あり、これらについてはいくつかの提案を併記したままで残し、政府間会議で決着をつけることにした。

次に経済評価と技術パラメータの検討について後述することにする。

#### (c) 経済評価について

システムの経済評価については、ワシントンにおける経済評価作業部会 Ad hoc Working Group による報告書 MARSAT V/4/2 の検討を9月2日から4日まで経済評価作業部会で議長 Mr. S. E. Doyle (アメリカ)のもとにおいて行った。

討議の中心となったのは、ある範囲内に船上端局のアンテナの大きさを仮定したときのシステムのコストを算出していることで、この計算は種々の仮定の上に行われている。すなわち、専用衛星を利用している場合、多目的衛星を利用した場合、およびハイブリッドシステムとした場合についてそれぞれ検討が行われている。

表 2.3.1

船 上 端 局 G/T (dB-K)	単 価 (1974年) USドル	単 価 見 込 (1979年) USドル*
-10	3 6,500	4 4,500
-7	3 7,000 - 3 8,000	4 4,500 - 4 6,000
-4	4 0,000 - 4 2,000	4 8,500 - 5 1,000

\* 500ドル端数とした。

表 2.3. 1 は船上端局用アンテナの大きさを基準として船上設備の価格の見込みを示している。

経済評価のための基準としてと注釈はあるが船上アンテナの大きさを $-10$  (dB-K),  $-7$  (dB-K),  $-4$  (dB-K) の 3 種に限定したこととは注目すべきである。価格については $-10$  (dB-K) のアンテナを使用した端局を計算基準として、1974 年の価格で 36,500 US ドル、1979 年(打上予定の年)の価格で 44,500 US ドルとしていることは船上設備を担当するものに対して一応の目安を与えたものとみることができる。

表 2.3.2

船上端局 G/T (dB-K)	単価に影響を与えると見込まれる(E=-1) 装備船数(N)	地上と宇宙 システム価格 (1979年) 百万ドル	船上端局 価格 (1979年) 百万ドル	全価格 (1979年) 百万ドル
-10	7,000	402	184	586
-7	6,878	364	183	547
-4	6,265	322	181	503

表 2.3.2 は船上アンテナの大きさを基準としたときの装備すると見込まれる船の数、地上局と宇宙局とのシステム価格、全部の船(見込まれる)に装備するための船上端局のための費用、海事衛星全体としての価格などについて経済評価をした表である。

船上アンテナの大きさを $-10$ ,  $-7$ ,  $-4$  (dB-K) と大きくしたとき、船上設備価格は高くなるであろうが、地上と宇宙部分の価格が 402, 364, 322 百万ドルと安価になるので全価格は 586, 547, 503 百万ドルと安くなってくると見込まれている。この場合に装備見込船数が 7,000, 6,878, 6,265 隻とそれほど減少しないと見込んでいるが、アンテナの大きさを変化したときの需要見込数については検討が必要と考えられる。

表 2.3.1 と 2.3.2 は海事用の専用システムを使用した場合の経済評価であって多目的システムやハイブリッドシステムを利用した場合の評価も行われている。

表 2.3.3

変形	G/T (dB-K)	通話品質 (dB-Hz)	衛星通信容量 (大西洋)	10 年間以上海事サービスをするコスト (百万ドル)
1. 専用システム	-10	50	32	314
2. 専用システム	-7	52	40	314
3. 多目的システム (FM) モデル 202 ケース 1	-7	50	20	206 と 314 の間
4. 多目的システム (TDMA) モデル 203 ケース 7	-7	50	20	117 と 314 の間

表 2.3.3 は多目的衛星としてインテルサット V 号を使用したと仮定したときの専用衛星との比較表である。インテルサット衛星は固定業務用に計画されている衛星であるので海事用で希望する覆域と一致しな

い。INTELSATの研究では大西洋、太平洋、印度洋の通信容量を40:20:20、または20:10:10とし、大西洋に打上げてから3年後に太平洋、印度洋に打上げ、通話品質をインテルサットが50(dB-Hz)と仮定しているほか、インテルサットに海事部分を増加するに要するコストの算定基準などに未知の要素が多数含まれているので、表2.3.3では専用衛星より安くなるであろうと見込まれているが今後の検討が必要となろう。

表 2.3.4

トラヒック	多目的システムの現在価値 (1979年) 百万ドル	専用システム導入年度	累積ベースによる損益限界に必要な料金	
			7年 (ドル/分)	14年 (ドル/分)
ケース1 (低)	117	6	10.8	4.6
ケース2 (低)	206	6	15.1	6.0
ケース3 (低)	314	6	20.8	7.8
ケース4 (低)	専用システム		12.5	5.5
ケース5 (高)	117	5	7.0	3.2
ケース6 (高)	206	5	9.9	4.0
ケース7 (高)	314	5	13.4	5.0
ケース8 (高)	専用システム		7.5	3.4

表2.3.4はハイブリットシステムを使用したときの経済評価を示している。ハイブリッドシステムとして使用できる衛星はまだ具体的には存在していない。インテルサットV号衛星を参考にして予想した評価であり、真実性は表2.3.3の多目的衛星より少ないとみてよい。表2.3.4には専用衛星に切換える年月を打上の日から6年または5年目としている。通信量(トラヒック)の見込みによって必要な価格や使用料金が異なる。投資額を7年間で回収しようとするときと14年間で回収しようとするときにより必要な料金が示されている。料金は電話の通話料、1分当たりの金額である。

表2.3.4でいえることはハイブリッドシステムはトラヒックが低いときに割安なシステムであることと、電話料金を1分間当たり10ドル以下にするには10年以上の減価償却期間が必要であろうということである。なお、技術評価に関連して用語の定義についてITUから提案があり、従来使用されてきたtelephoneとteletypeがそれぞれtelephonyとtelegraphyに変更された。これらは言葉のもつ意味を拡大させたもので、telephonyには音声周波数帯域で伝送できるすべての通信方式、例えば電話、高速度データ伝送、高速度ファクシミリなどが含まれ、telegraphyには狭帯域で伝送するすべての通信方式、例えばテレックス、低速度データ伝送などが含まれることになった。

#### (d) 技術的パラメータの評価について

第4回までのパネルにおいて検討された内容を中心にして討議が行われた。もっとも中心的に討議されたのは船上端局、特に船上アンテナのG/Tをどのように規定するかということで、船上アンテナの大きさはシステム全体の価格に影響を与える重要な要素とみなされている。前回までのパネルではアンテナの大きさを小さくすることは宇宙部分のコストが高くなる、海面反射などの影響を受け易くなる、覆域が重複する領域での周波数再利用が困難となる、などの理由から反対する意見が強く感ぜられたが、今回のパネルではアンテナを小さくすることにより、船上に装備する場所的制約が容易になる、アンテナ制御系が簡単になる、利用する船数が増加するので、使用料金収入が増大する、遭難通信や測位の場合に適するな

どの理由から小さいアンテナの装備についてこれを排除するのは必ずしも得策でないとの見方が多くなってきた。後述するごとく、小さいアンテナを使用する遭難通信用と測位用アンテナの使用についてのわが国の提案も受け入れられている。

衛星の容量についてはTD(ソーデルタ)2914と3914ロケットを用いた場合についてそれぞれ計算をしている。(2.4節参照)

チャネル数の計算には船上アンテナを-10,-7,-4(dB-K)とそれぞれ仮定した場合について行っている。音声の品質についてはS/N 3.0-3.5 dBとすることになり、スレシホールドのC/Noが5.2(dB-Hz)でこの値が得られるものとした。データ通信の品質については日本の提案により「50ボルトのテレタイプチャネルでC/Noを3.0(dB-Hz)とすること」が書加えられ、さらに「ファクシミリの使用については今後検討が必要」という追加も入れられた。

船上端局のパラメータについては、「電話と電信のモードで運用をする船舶のG/Tは-10から-4(dB-K),等価無指向放射電力(e.i.r.p)は3.1から3.7 dBWの範囲から選ぶのが妥当であろう」ということになった。

小さいアンテナの使用については、可とするものと否とするものに意見が対立していることを明記して、それぞれ利害、得失についての説明が書加えられた。

### 2.3.5 日本提案について

日本からは、9件の提案と2件の技術参考資料が提出された。

運用上の要件(Provisional Report MARSAT IVのSection II, 以下Sectionのみで表わす)に関する提案として

- (a) Section II 4.1(6)に異なる覆域間の通信を可能とさせるために「1つの衛星の覆域をこえて通信を可能とさせる便宜が与えられるものとする」という1項を追加する提案は原文のまま採択された。
- (b) 同Section II. 9の文頭の型式承認に「In the future」という言葉を加える提案は不採択となった。

基本的技術パラメータに関する要件(Section IV)については

- (a) Section IV. 7(a)に「ダブルホップの衛星回線か、または地上回線プラス衛星回線のいずれかにより、衛星の業務提供区域相互間の通信を可能とするためのチャネル要求について、さらに研究が必要であろう」という文節を加える提案は不採択となった。
- (b) Section IV. 7(b)(iv)に「ファクシミリ回線の受信C/Noは4.6(dB-Hz)が適当であろう」という提案を行ったが、「ファクシミリのC/Noについては今後検討が必要である」という修正提案で採択された。
- (c) Section IV. 7(b)(iii)に「50ボルトのテレタイプチャネルに対して3.0(dB-Hz)のC/Noが適当であろう」という提案はそのまま採択された。
- (d) Section IV. 7(e)に偏波面により同一周波数を共用する場合に対して「直交偏波を用いた場合、実際上オフビーム角のところで弁別に限界があることに留意しなければならない」という提案が採択された。
- (e) Section IV. 7(f)(ii)に遭難用通信用として「このような目的にはブロードビームアンテナが望ましい」という挿入提案は採択された。
- (f) Section IV. 7(f)(iv)に測位を行うときのアンテナについて「船舶への無線測位設備の備えつけは任意となろうが、ブロードビームアンテナを使用する必要がある」という挿入提案が採択された。

協定条約について、Section VII, Article 20, の使用料金について無差別利用の趣旨から「無差別の原則の上に料金を定めよ」という提案をしたが受け入れられなかった。

これらの他にAccessに関する技術資料とPropagation delayに関する技術論文がそれぞれ1件ずつ

参考資料として提出され、出席者の注目を浴びた。

なお、アメリカは最終日にこの報告書全般について同国の態度を保留すると宣言した。

## 2.4 海事衛星専門家パネルがまとめた「海事衛星システム設立のための国際会議への報告書」の概要

### 2.4.1 報告書の構成

この報告書は、第5回パネルで最終的にまとめられ、海上安全委員会で承認され、各国に配布され、さらに国際会議の文書（MARSAT/CONF/3）としても再配布されている。全文140ページ余りの膨大なものであるので、ここではできるだけ簡単に要約する。

最初に目次を示す。

#### 序論

第1節 海事衛星システムを設立する理由

第2節 システムの運用上の要件

第3節 航空移動衛星業務と海上移動衛星業務との共用の可能性

第4節 第1段階のシステムの基礎的技術パラメータの概要

第5節 チャネル割当と地上通信網との接続

第6節 システムの経済評価

第7節 システム設立のための組織上の取り決め

（付） 海事衛星システムのための国際組織に関する条約案および特権と免除に関する議定書案

### 2.4.2 序論 第1節 海事衛星システムを設立する理由及び第2節システムの運用要件

まず、序論では海事衛星専門家パネルが設けられた趣旨、その付託事項、経緯を簡単に述べ、また、本報告書では後述するMARI-SATおよびMAROT-Sの両衛星計画があることを述べてある。

第1節の海事衛星システムの設立理由は、本報告の2.1の前半で述べた趣旨がより詳しく論じられ、HF通信量の伸び、世界の商船の国別および総トン数別統計とその航行区域などの図表が添付されている。

第2節のシステムの運用要件の概要はつきのとおりである。

(a) 覆域： 全世界の海域中 $70^{\circ}\text{N}$ と $70^{\circ}\text{S}$ の間は24時間、太平洋、大西洋およびインド洋上の衛星各1個でカバーする。実行可能な範囲で $70^{\circ}$ ～ $82^{\circ}$ の海域を1日3～4時間業務を提供するようすべきである。

(b) システムに参加する船の種類： 初期においては小数の特殊な船（タンカー、コンテナ船、大型客船など）が参加する。船の隻数（100GT以上）としては、1980年には6,000隻、2000年には10,000隻となり、その2/3が海上にあると想定する。SOLAS条約の規制を受ける船、遠洋漁船および各種の調査船などが次第にシステムに参加すると見込まれる。

(c) 一般通信： 自動呼出、最終的には完全自動接続により船舶と公衆電話、電信網と直接接続ができること、特別の運用条件としては、一つの衛星の覆域をこえた海域への通信施設、単信および複信用設備、集団呼出用設備を設けること、船上機器は安価で信頼性があり保守の容易なものとすること。

通信量の予測には、現在の公衆通信量とその予想増加率、質と信頼性増大による増加量、高速データ通信、ファクシミリ、テレプリンタ、広帯域システムの追加、船間通信および経済的因素を考える必要がある。

(d) 遺難、捜索および救難通信： 遺難通信（遺難警報および捜索救難の管制通信）のためにシステムを利用する海事側からの要求がある。遺難通信は常に優先アクセスを必要とし、実行可能のときはEPIRBの利用もできるようすべきである。

(e) 緊急、安全および遭難通信： 医療救助を含む緊急および安全通報、気象、水路および海洋情報の放送

(印刷電信、ファクシミリを含む)、気象および海洋に関する個々の船への助言、気象、水路および海洋情報を船舶から収集するという要求がある。

- (f) 無線測位：遭難船舶、船からの要求の都度および一定時間間隔の何れの要求に応じて位置決定ができ、船位通報システムの自動化、氷山などの航行危険物回避情報の提供、衝突警報を含むふくそう海域での航行管理の要求を満たすものでなければならない。測位精度は公海上では1~2海里、ふくそう海域ではより高精度が要求されるが、それは航行区域、船の速力および船の種類に応じて求められるべきである。
- (g) その他：標準周波数および報時信号並びにニュース、娛樂番組の送信についての要求が出ることも考えられる。
- (h) 船舶設備：仕様の統一と型式承認が必要で、信頼性について十分考慮すべきである。
- (i) 第1段階では、最小限一般通信(特に公衆通信)の要求で主としてシステム設計がなされようが、無線測位などの追加を可能とすべきで、また、遭難および捜索救難の専用周波数の必要はないかも知れない。
- (j) システム、通信量およびチャネルの要求；これらについては十分なものが必要であるが、それらは2.4.6項の経済評価で検討してある。

#### 2.4.3 第3節 航空移動衛星との共用の可能性

この航空との共用問題についてはCCIRが共用の可能性ありとした公衆通信の中継に関し、航空側にさせました要求のないことを考え、第1段階では共用を考えず、システムの開発に伴ない両業務共用周波数の1MHz帯を遭難および捜索救難への共用の可能性について検討を加えるべきであるとしている。

#### 2.4.4 第4節 第1段階のシステムの技術パラメータ

この第1段階の基礎的技術パラメータの概要については専用の衛星システムとインテルサットの事前研究にもとづく固定衛星業務を多目的に使うシステムとの2本立てであり、後者は専用システムとの相違点のみが述べてあり、無線測位あるいはのちに追加される施設については触れられていない。

本要約は主として専用衛星システムを中心に述べる。

- (a) 業務提供区域はできるだけ早期に全世界を覆うようとするが、最初の衛星打上げ後、つきの打上げまでに若干の評価期間がとられるだろう。
- (b) 第1段階を7年と仮定するとその間に3~6個の衛星が軌道上にあるよう考える。
- (c) 食対策のため経度で20°離れた予備衛星を上げることも考えられ、この場合は無線測位への利用もできる。
- (d) 使用周波数帯はつきが考えられている。

海岸→衛星	5.9 2.5~6.4 2.5 GHz または 14~14.5 GHz
衛星→海岸	3.7 ~4.2 GHz または 11.4 5~11.7 GHz
衛星→船舶	1 5 8 5~1 5 4 2.5 MHz と 1 5 4 2.5~1 5 4 3.5 MHz (航空と共に)
船舶→衛星	1 6 3 6.5~1 6 4 4 MHz と 1 6 4 4~1 6 4 5 MHz (同上)

- (e) チャネル割当は複数地上局、できれば全地上局によるアクセス制御が好ましく、完全自動ダイヤルになると思われる。
- (f) 衛星は最初の10年間はソーデルタ級ロケットで打上げられると仮定し、食のときは1回線のみ維持できる電池を備える。アンテナは、現時点ではアースカバレージを想定するが、アタブテブビーム方式も研究および検討すべきであり、その回線容量は電話チャネル換算で船上端局の性能に応じつぎのとおりである。

表 2.4.1

船上端局G/T (dB-K)	衛星への影響	ソーデルタ 2914 (スピン安定)	ソーデルタ 2914 (3軸安定)	ソーデルタ 3914 (3軸安定)
-10	× 1	14	20	40
-7	× 2	28	40	80
-4	× 4	56	80	160*

\* 160 回線という値は帯域制限から減ることも考えられる。

衛星上のトランスポンダは多用性があるという点で広帯域が一応好ましいとされているが、広帯域、チャネル式、処理式について継続研究が必要である。海岸局との間の回線に4/6 GHzを使うか11/14 GHzを使うかで衛星の設計に及ぼす影響を調査すべきであり、また、船上アンテナを衛星に指向させるためのビーコン信号の送信が必要であろう。

(g) チャネルパラメータについては、1~2のアクセスチャネルの必要性と通信チャネルの遭難安全および無線測位への使用が必要である。チャネルの品質は、音声品質3.0~3.5 dBでC/N<sub>0</sub>=5.2 dB-Hzが衛星最小仰角5~10°で99%維持されること、データ伝送ではビット誤り率10<sup>-5</sup>が目標で、50ポートレターブイブ回線ではC/N<sub>0</sub>=3.0 dB、ファクシミリのC/N<sub>0</sub>は今後の検討に待つ、アクセスはFDMAが考えられるが、変調方式および軌道と周波数の有効利用とともに一層の研究が要求されている。

(h) 遭難通信は優先割当で通信チャネルを使う。海岸から船舶への専用チャネルは設けないことにすると、その逆方向は2~3チャネルは追加しても衛星にかかる負担が少ないので専用通信チャネルを設け、アクセス能力のない機器から無指向性に近い空中線で低速の遭難通信ができる可能性がある。

安全通信などのための区域別全船呼び出しもできるだろう。406 MHz帯のEPIRBの使用は将来の検討問題である。第2段階では、これらは改善の必要があろう。無線測位は、衛星上の機器の変更なく地上施設類の増備のみで行なう。

(i) 船上端局は電話、電信すべての行なう局としては、G/T=-10~-4(dB-K) eirp=3.1~3.4 dBWがパラメータとして適当であるが、低利得で低いG/Tの電信専用の局の運用を認めることについては賛否の両意見があり、実際の設計段階で決定されるべきであるとしている。

-10(dB-K)(1.7 dB)のアンテナは安定と指向制御が必要で、それらについては各種の評価が実施されている。

(j) 地上局のアンテナのG/Tは、11/14 GHzのとき3.0~3.5(dB-K), 4/6のとき2.0~2.5(dB-K)でアンテナ径はともに約1.0 mであり、他に追跡局と管制局が必要である。

多目的衛星システムでは業務提供範囲、衛星の数、予備の活用について若干の別の検討がなされ、また、インテルサットの場合、衛星打上げロケットにはアトラス・セントールまたはタイタン3 C級を考えている。チャネルの品質と船上端局のパラメータに若干の差異があり、インテルサットでは仰角10°でC/N<sub>0</sub>=5.0 dB-Hz 船上端局のG/T=-10~+2(dB-K)を考えている。

## 2.4.5 第5節 チャネル割当て及び地上通信網とのインタフェース

この節はチャネル割当て方式及びその地上通信網とのインターフェースに対する基本的考え方方が書かれているが、CCITTとCCIRによる検討が必要であるということもある、パラメータなど具体的な事項は大部分がまだ決っていない。

(1) アクセス制御及び信号方式の要件で特に注意すべき要件は次のとおりである。

(a) 将来完全自動化に発展させることが可能であること。

- (b) 回線は海岸局と船舶局との間に設定され、船舶局相互間の回線は作らない。
- (c) 通信は全世界に対して可能であること。
- (d) 海域あるいは船団単位に同一情報を送信できること。
- (e) 船舶端局は自動応答が可能であること。

- (1) 遭難通信と安全通信に優先権を与える。

- (2) アクセス制御方式

アクセス制御機能を1局に集中する方式と複数局に分散する方式とが検討されている。現在のところ分散する方が好ましいとされている。

- (3) 信号手続

チャネルの種類としてはつぎの8つが考えられている。

- (a) 通信チャネル

- (b) 信号チャネル

- I) 海岸局 → 船舶局

- II) 船舶局 → 海岸局

- (c) 業務用チャネル（海岸局相互間）

また、陸岸発の呼の接続手続はつぎのとおりとする。

- (a) 海岸局は業務用チャネルを通じて他の局に通知した後に空き通信チャネルを捕捉する。

- (b) 船舶局に連絡をとり、通信条件を通知し、通信チャネルを割当てる。

そして、船舶発の呼の接続手続はつぎのとおりとする。

- (a) 船舶局は信号チャネルにより海岸局を呼出し、通信条件の表示と通信チャネルの要求を行う。

- (b) 海岸局は要求に応じ、(a)に述べた手続をふみ通信チャネルを割当てる。

- (c) 遭難通信と安全通信には上記手続は適用しない。

さらに代表的な信号情報の内容として連絡設定情報中に含ますべきものはつぎのとおりとする。

- (a) 同期用ピット

- (b) 宛先

- (c) 発信者の識別

- (d) 通信チャネルの選定

- (e) モードの選定……優先度、通信の種類

- (4) インタフェース

インタフェースは信号、交換、伝送について地上通信網と両立する必要がある。基本原則はCCITTによる取り決めが必要であるが、課金については端末-端末間で行うよう考慮すべきこと、および電話とテレックスとは分離するのが好ましいということが述べられている。

- (i) 電話

伝送基準としてはS/N比3.0～3.5dBが適当であろうと考えられている。アクセス制御は完全自動運用を目指すべきであるが、実際には次のような段階となるであろう。

- (a) 半自動運用

- (b) 船舶からの呼は完全自動化、陸上公衆網からの呼は半自動運用

- (c) 完全自動運用

- (ii) テレックス

最初から完全自動運用が行われるであろう。

##### (5) アクセス制御及び信号設備の導入

これまでの説明は、最終的に完成したシステムに関するもので、完全自動運用の導入時期は国により異なるということもあり、ここでは論じない。

しかし、衛星システムとしては次のような理由から最初からアクセス制御を自動化しておくべきである。

- (a) 運用経験を得て、早期にシステムの最適化を可能とする。
- (b) 潜在する利用者に魅力あるものとなる。
- (c) 船舶が常にアクセス可能となる。
- (d) 早期に船舶端局の標準化ができ、後から変更を強制されることがなくなる。

#### 2.4.6 第6章 システムの経済評価

海事衛星システムに対する投資とそれによって得られる利益についての経済的評価は重要な問題である。

しかしながら、経済的評価を行うための海事衛星に関する経験的データは十分とは言えず、評価をする上でかなり多くの仮定を設定している。この仮定の真実性についてはわれわれとして別に検討を要するものと思われるが、第5回までのパネルで到達した経済的評価について考察をすることにする。

##### ○ システム構成と経済評価

海事衛星として次の三つの種類を比較検討した。

- 1) 専用衛星システム
- 2) 多目的衛星システム
- 3) ハイブリッド衛星システム

##### (1) 専用衛星システム

専用衛星システムは海事用として専用の衛星を打上げようとするもので、運用上の要求や技術的な仕様などと密接な関連をもっている。衛星システムを考えるために必要な要因は多数存在するが、そのなかでも「トラヒックの予測」が最も難しく±25%の幅をみて予測を行っている。基本的には大西洋、太平洋、印度洋の予測トラヒックをそれぞれ50%, 25%, 25%とみている。

以下に経済的評価をした背景について列挙すると

- (a) 衛星の寿命は7年で、2回打上げでシステムの運用期間を14年間と考えた。
- (b) 予測トラヒックは大西洋、太平洋、印度洋で50%, 25%, 25%とみており、衛星の位置を移動させて均等なトラヒックにしてはとの提案がイギリスから出され、わが国とオーストラリアが不利な覆域となるため反対した。最終的に衛星の位置決定は政府間会議で決定される。
- (c) 一般に10,000総屯以上の船舶のマーケットが考慮されたが、より小さい船舶への装備は必ずしも除外されていない。10,000総屯以上の船舶の少くとも50%(14,000隻の50%で7,000隻)が14年間に装備すると見込まれた。対象船はほとんど新造船となるであろう。
- (d) 典型的なトラヒックは、一日の中の最繁時と平均時では約2:1の比率となるであろう。
- (e) 祝祭日、保守点検などのため、実質的稼働日数は一年で約330日とみこまれた。
- (f) 平均して、1回の呼びに対して実際に通話をできる「有料部分」と接続などのために費される「料金のとれぬ部分」との通信時間比率は6:1と考えた。
- (g) 1船当たり1日分のトラヒック量は現在使用されているデータから電話で2.6分/船/日、電信で2.0分/船/日とみなされた。今後海事衛星システムが利用された場合の需要増加などをみこして、初年度から14年度までのトラヒック予測が行われた。例えば、初年度の電話1日1船当たりのトラヒック量としては次式が用いられた。

$$\text{第1年次の平均電話トラヒック/船/日} = (1978 \text{年からの増加率}) \times (\text{ステップファクター}) \times (\text{平均現在推測の値}) \times (\text{料金の効果}) = 1.4 \times 2.5 \times 2.6 \times 0.6 = 6 \text{分/船/日}$$

同様に電信に対

しては5分／船／日が計算された。ここでステップファクターとは、衛星による高品質な通信が得られると従来の低品質のHFのときより、多くの人々が利用するとみた係数である。平均現在推測値は前述したごとく電話／船／日で2.6分とみている。料金の効果はHFより料金が高くなることより使用率の低下分である。このようにして表2.4.2が得られた。

表 2.4.2 年間通信仮定及び予測、全世界

年度	船上設備の 平均 数	電 話				電 信			
		通信量(分) ／船／日	年間通信合計 <sup>1)</sup> (百万分)			通信量(分) ／船／日	年間通信合計 (百万分)		
			-25%	中央 値	+25%		-25%	中央 値	+25%
1	200	6.0	0.3	0.4	0.5	5.0	0.2	0.3	0.4
2	400	6.5	0.7	0.9	1.1	5.5	0.5	0.7	0.9
3	800	7.0	1.4	1.8	2.3	6.0	1.2	1.6	2.0
4	1200	7.5	2.3	3.0	3.8	6.5	2.0	2.6	3.3
5	1600	8.0	3.2	4.2	5.3	7.0	2.8	3.7	4.6
6	2100	8.5	4.4	5.9	7.4	7.5	3.9	5.2	6.5
7	2600	9.0	5.8	7.7	9.6	8.0	5.2	6.9	8.6
8	3200	9.5	7.5	10.0	12.5	8.5	6.8	9.0	11.3
9	3800	10.0	9.4	12.5	15.6	9.0	8.5	11.3	14.1
10	4400	10.5	11.4	15.2	19.0	9.5	10.4	13.8	17.3
11	5000	11.0	13.7	18.2	22.8	10.0	12.4	16.5	20.6
12	5600	11.5	16.0	21.3	26.6	10.5	14.6	19.4	24.3
13	6300	12.0	18.7	24.9	31.1	11.0	17.2	22.9	28.6
14	7000	12.5	21.7	28.9	36.1	11.5	20.0	26.6	33.3

1) 年間330日と仮定。

専用システムに対して船上端局を基準と考えてシステムを構成するのに必要な価格が計算された。

このためには、打上げる衛星の数、成功率、保守費、などのある仮定にもとづき、投資額と料金収入とが平衡して償却できる年数あるいは、料金、システムの各部分における価格などが算出してある。

船上端局のアンテナのG/Tは重要なパラメータであり、この値を-10,-7,-4(dB-K)とそれぞれ仮定したときの船上端局の総額が表2.4.3に示してある。

表 2.4.3

船 上 端 局 G/T(dB-K)	单 価 (1974年) USドル	单 価 見 込 (1979年) USドル*
-10	3 6,500	4 4,500
-7	3 7,000 - 3 9,000	4 4,500 - 4 6,000
-4	4 0,000 - 4 2,000	4 8,500 - 5 1,000

\* 500ドル端数とした。

表中の-10 (dB-K) のアンテナを経済評価の基準と考えている。U.S.ドルは年間4%づつのインフレ上昇があると見込んだ。

表 2.4.4

船上端局 G/T (dB-K)	地上と宇宙システム価格 (1979年) 百万ドル	船上端局価格 (1979年) 百万ドル	全価格 (1979年) 百万ドル
-10	402	184	586
-7	364	187-192	551-556
-4	322	202-212	524-534

表 2.4.4 はシステムの価格を宇宙部分（衛星とテレメータ、追跡指令などのための地上局）と船上端局に分けて全システム価格を評価したものである。アンテナの大きさを-10 (dB-K) より -7, -4 (dB-K) へと大きくするとき、船上端局の価格は高くなるが宇宙部分が安くなるので全体としてはかえって安くなると見込まれている。しかし、これは装備する船の数がそれほど減少しないとみた場合である。

表 2.4.5

船上端局 G/T (dB-K)	単価が影響を与えると見込まれる (E=-1) 装備船数 (N)	地上と宇宙 システム価格 (1979年) 百万ドル	船上端局 価格 (1979年) 百万ドル	全価格 (1979年) 百万ドル
-10	7,000	402	184	586
-7	6,878	364	183	547
-4	6,265	322	181	503

表 2.4.5 は船上端局を変えたときに装備が見込まれる船数とシステム価格で、船数は 7,000 隻から 6,265 隻しか減少しないとみている。-10 (dB-K) のアンテナを使用したとすると全システム価格は 586 百万ドルと見込まれており、これを各国がどの位づつ負担するかは注目される問題である。

## (2) 多目的衛星の経済評価

多目的衛星はインテルサットのごとく他の業務用の衛星の一部を海事用に流用しようとするシステムである。衛星としてはインテルサット V 号を対象にして評価を行った。しかし、インテルサット衛星は大陸間の固定業務用衛星であり、使用する覆域、地上局、周波数帯域、海事衛星業務の開始時期、通信品質など必ずしも海事用の仕様と一致していない要素がある。これらを推定で尺度変更して専用衛星と比較している。

表 2.4.6 多目的衛星の経済評価

インテルサット の変形	G/T (dB-K)	通話品質 (dB-Hz)	衛星通信容量 (大西洋)	10年間以上海事サ ービスをするコスト (1979年)百万ドル
モデル202(FM) ケースNo.1	-7	50	20	206-314
モデル203(TDMA) ケースNo.7	-7	50	20	117-314
モデル202(FM) ケースNo.1	-5	52	20	206-314
モデル203(TDMA) ケースNo.7	-5	52	20	117-314
モデル202(FM) ケースNo.1	-4	50	40	206-314
モデル203(TDMA) ケースNo.7	-4	50	40	117-314
モデル202(FM) ケースNo.1	-3	52	40	206-314
モデル203(TDMA) ケースNo.7	-2	52	40	117-314

表2.4.6は多目的衛星を利用した場合の経済評価を示している。表中のケースNo.1とNo.7とは、打上げる衛星の数、予備の数、成功率、地上局の数などのパラメータを変えた場合のある組合せを示す数である。インテルサット衛星は大西洋、太平洋、印度洋に対するチャネル容量を電話で40:20:10回線としており、海事用では全大洋に均一回線を割当てている。打上げ時期も大西洋打上げ後3年遅れて太平洋と印度洋に打上げる計画である。

表 2.4.7

変形	G/T (dB-K)	通話品質 (dB-Hz)	衛星通信容量 (大西洋)	10年間以上海事サ ービスをするコスト
1. 専用システム	-10	50	32	314
2. 専用システム	-7	52	40	314
3. 多目的システム (FM)	-7	50	20	206と314の間
モデル202 ケース1				
4. 多目的システム (TDMA)	-7	50	20	117と314の間
モデル203 ケース7				

表 2.4.7 は専用システムと多目的システムを使用した場合の比較で、専用システムでは 314 百万ドル必要だが、多目的システムでは固定通信回線に FM を用いると 206～314 百万ドルの間に、TDMA を用いると 117～314 百万ドルとの間になるだろうと見込まれている。しかし、これらはインテルサット V 号を変形するのに要するデータが不足しており、全くの推測となっている。

MARSAT 報告書の中にもこの評価が仮定のうえに行われており、もしインテルサットの料金分がシステムの増加分に近づき、-10 (dB-K) 以上大きなアンテナを使用したときのみ多目的衛星は専用衛星より安くなるであろう。しかし、打上げの時期や覆域の相違など考慮される問題があることを示している。

### (3) ハイブリッド衛星システム

表 2.4.8

トラヒック	多目的システムの現在価値 (1979年) 百万ドル	専用システム 導入年度	累積ベースによる損益限界に 必要な料金	
			7年 (ドル/分)	14年 (ドル/分)
ケース 1 (低)	117	6	10.8	4.6
ケース 2 (低)	206	6	15.1	6.0
ケース 3 (低)	314	6	20.8	7.8
ケース 4 (低)	専用システム		12.5	5.5
ケース 5 (高)	117	5	7.0	3.2
ケース 6 (高)	206	5	9.9	4.0
ケース 7 (高)	314	5	13.4	5.0
ケース 8 (高)	専用システム		7.5	3.4

ハイブリッドシステムは、衛星の打上げ後、最初の数年間は多目的システムとして利用し、その後専用衛星に切換えるシステムである。

ハイブリッドシステムの対象となる具体的な衛星はまだ考えられていないので、インテルサット衛星の資料により推測を行った。表 2.4.8 はその結果を示している。価格は専用と多目的の中間の値となると推測されているが正確な予測は困難である。料金収入によって投資額が償却される年数を 7 年と 14 年にした場合における電話 1 分間当たりの料金が計算してある。トラヒック量によって料金収入が異なるので料金も異なる。

ハイブリッドシステムを評価するにはより多くのデータが必要である。

### (4) 段階的な業務の導入を行った場合

大西洋に打上げ後、3 年目に太平洋と印度洋に打上げる場合を評価すると、システムの準備の費用が節約できるとみられる。専用衛星でこの節約は約 500000000 ドルと見込まれる。しかし、業務の遅れにより装備する船の数や通信料が減少する損失が生ずる。これによる損失は 180 百万ドル～240 百万ドルとみられ損失分の方が大きくて得策ではないと見られている。

## 2.4.7 第 7 節 システムの設立のための機構及び制度の取り決め

この節の序論では「国際海事衛星システム」の設立について機構がとりうる型式に関して多くの代替案があることが認められたとし、政策決定機関をどうするかということが問題となつたが、宇宙部分の所有と運用に関して次の可能性が考察された。

- (a) 宇宙部分は政策決定機関によって所有され、運用される。
- (b) 宇宙部分は政策決定機関によって所有されるが、運用は他の機関が行う。
- (c) 宇宙部分は他の機関から賃借し、かつそれにより運用される。

そして政策決定及び／または運用のための機関として次の機関が考えられた。

- (a) I) 新 独 機 関

II) コンソーシアム

- (b) 現在ある機関

I) IMCO

II) INTELSAT

III) そ の 他

これらのおののについてパネルでの検討結果が報告された。

#### (1) 独立機関の設立

- (a) 主として立法及び管理を第一の機能とする新独立機関が設立されるべきであると感じられた。この機関は宇宙部分を所有するかまたは賃借することができ、システムの開発と使用に関する広範な政策を決定するであろう。また、この機関は、宇宙部分の運用及び管理の任務を契約により他の機関に委託することができる。
- (b) アメリカは、海事衛星の必要性については支持する一方、新国際機関を設立することには問題が多く、長期の折衝が必要となり、その結果システム確立が遅れるだろうとの見解を述べた。アメリカは、考えられるすべての組織案ならびにこれと密接に関連した経済的及び技術的因素についての分析がまだ十分になされておらず、本件について適切な判断をするためには、このような分析を第一に完遂すべきであると考えた。
- (c) 「海事衛星システムのための国際機関（INMARSAT）に関する条約」案について検討された。これは、この節の付属書に記載されている。

#### (2) 国際海事通信衛星コンソーシアムの設立

- (a) アメリカは「国際海事通信衛星コンソーシアム」を形成する構想を提案した。

構成員は国内事業体及び国際事業体とし、この中には郵便電気通信主管庁、商業電気通信事業者または参加を認められた、その他の企業体を含む。構成員はシステムの計画及び運用に直接参画することが許される。

- (b) コンソーシアムは、衛星の業務及び設計を決定し、IMCOとITUの勧告を考慮して技術基準と運用基準を設定するだろう。

(c) この提案は支持されず、「国際海事通信衛星コンソーシアム」の設立は勧告されなかった。それは世界的海事衛星システムの政策面の管理は政府間機関によって実施されるべきだと感じられたからである。しかしながら、国際機構としてどのような形態のものが最終的に承認された場合であっても構成国政府は自国の代表者及び／または投資者として電気通信事業体（政府機関か非政府事業体かを問わない）を指定できる（ただし、その責任を免れることはできない）という規定を設けるべきであるとの合意がなされた。

#### (3) IMCOのかかわり合い

- (a) アメリカは、利用者の要求を満たすための決定及び調整を行うため、IMCO内に利用者機関を設立することを提案した。
- (b) この提案は、IMCOの主たる関心事は安全であるという信念から一般的に受け入れられなかつた。しかしながら、1975年の政府間会議でIMCOに対して要請がなされる場合は、当該会議で結論

が出されてから適当な機構が設立されるまでの間において IMCO がある種の管理業務を行う余地があるだろうということが認識された

- (c) システムの利用者は IMCO の各種機関に適宜代表を出していることが留意され、IMCO 内に利用者機関を作ることは勧告されなかった。

(4) INTELSAT の利用

- (a) アメリカは、海事衛星通信業務の提供のため INTELSAT の利用の可能性を分析することを提案した。次の 2 つの可能性が考えられた。
- (i) INTELSAT が海事施設を提供し、管理し、所有する。
  - (ii) INTELSAT が「海事衛星機構」からの請負者として海事施設を提供し、及び／または管理する。
- (b) ある種の利点にもかかわらず、海事衛星業務に関して政策と財政管理を受け持つ機関となる案には支持がなかった。そのような取り決めのもとでは、海事部分は、投票権が主として宇宙部分の全体の利用度にもとづいて決められる INTELSAT 理事会の決定に支配されることになるだろうが、全宇宙部分に対して占める海事部分の比率は小さいだろうから、主要海運国であっても固定業務の通信量をほとんどもたない国は海事業務の機能に小さな支配力しか持たないことになる。
- (c) 現在、INTELSAT はいくつかの大企業を含んでいない。海上通信（特に海上における人命の安全に関する）は、完全に国際的でなければならぬから、大企業のいずれかが抜けることも大きな不利益となる。
- (d) しかしながら、上記(b)及び(c)に述べたような障害は、INTELSAT が海事衛星機構に対する請負者として海事衛星施設を提供し、管理する場合にはあてはまらないと考えられた。

(5) 暫定的取り決めの必要性

- (a) 1975 年の政府間会議から新機関設立までの間のために暫定的取り決めが必要かどうかについての検討が行われた。
- (b) 大多数の代表団は、その必要性は起らないと感じた。また、彼らは新機関が設立されるまでは、IMCO が各種の業務遂行の補助を引き受けることを希望している。
- (c) いくつかの代表団は過渡期間のための暫定的措置が望ましいと考えた。
- (d) 2 つの代表団は、過渡期間の一つの解決方法は、新機関が設立されるまでの間、海事衛星通信業務の提供について、いくつかの国が共同で現存の国際機関その他の企業体と交渉することであると感じた。

#### 2.4.8 第 7 節の付属書 1 海事衛星システム (INMARSAT) のための国際機関に関する条約案

この条約の当事国は、国際海事衛星機関 (INMARSAT)（以下「機関」という）を設立することを協定しているが、この機関の概略は以下のとおりである。なお、いくつかの代替案が併記されている条文もある。

(1) 目的 (第 3 条)

機関の目的は、海上通信の改善に必要な宇宙部分を提供し、これによって良好な公衆通信設備の必要性の充足、海上における船舶運航及び人命の安全の改善、並びに船舶運航及び船団の管理の効率化を図ることを規定している。また、機関は、最終的には海上通信の必要性のある全ての海域に業務を提供すること、平和目的のためにのみ活動することとしている。

(2) メンバーシップ (第 5 条、第 37 条)

機関の構成員は、所定の手続きに従い、この条約の当事国となった国でなければならないとしているが、条約の当事国となりうる国として以下の代替案が併記されている。

- (a) 國際連合及びそのいずれかの専門機関若しくは国際原子力機関の構成員または国際司法裁判所規定の当事国

(b) 國際電気通信連合及び／または政府間海事協議機関の構成員

(c) すべての国

(3) 構成員の権利及び義務並びに代理者の指定(第6条)

各構成員の権利及び義務として

(a) 総会に席を保有し、

(b) 所定の投資分担率を有する場合には、理事会に席を保有し、

(c) 機関の財政に参加し、

(d) この条約の義務を履行することにより、機関から得られる財政上の便益にあずかるものとし、また、各構成員は(b)(c)及び(d)に規定された権利を行使し、義務を果す代理者として電気通信事業体(政府機関であるか非政府事業者であるかを問わない)を指定できる(ただし、条約上の責任は免除されない)こととしている。

(4) システムの利用(第7条)

システムは全ての国籍の船舶による利用のため開放されるが、衛星経由の通信を行う。

陸上の地球局は、構成員若しくはその承認を受けた運用機関の地球局に限定している。

(5) 組織(第9条)

機関の組織は (a)総会 (b) 理事会 (c)事務局長を長とする事務局の3者としている。

(6) 総会及び理事会の構成及び手続き(第10条、第12条、第13条)

総会は機関の全ての構成員により構成されるが、理事会は〔〕以上の投資分担率を有する各構成員または構成員のグループの代表で構成される。

総会では各構成員がそれぞれ一つの投票権を有し、実質的事項については出席し投票する者の3分の2の多数決により、手続的事項については2分の1の多数決により決定を行う。理事会においては各代表者は投資分担率またはその者が代表する分担率に等しい投票参加権(ただし、いかなる代表も機関の合計投票参加権の〔20%〕以上を行使することはできない)を有し、原則として全会一致の決定を行うよう努力しなければならないが、全会一致の合意に達しない場合は、機関の全投資分担率の過半数を代表し、かつ理事会に出席する代表者の少くとも3分の1の賛成投票により決定を行う。

(7) 総会理事会及び事務局長の任務(第11条、第14条、第15条)

総会の主たる任務は理事会の勧告を考慮して機関の政策大綱を決定すること、機関と国及び機関と国際機関との間の公式な関係について決定すること、及び理事会における代表権のために必要な最低限の投資分担率を調整することなどであるが、その他の全ての役割は理事会の任務となっている。すなわち、宇宙部分の設定の要件を定めること、システムの運用と開発のための要件を定めること、総会が決定した政策大綱に従い機関の作業計画を作成し、これを実施すること、事務局長を任命すること、予算の承認、宇宙部分の使用料の決定を含めて全ての財政上の事項を取り扱うこと等である。事務局長は機関の最高の執行権を有する職員であり、理事会に対して責任を負い、かつ理事会の命令に従う。

(8) 資本の分担(第16条、第18条)

理事会によって設定された機関の資本必要額は、各構成員が各自の投資分担率に比例してこれを分担する。各構成員の投資分担率は全構成員の利用に対して占めるその構成員の宇宙部分の利用の割合にもとづいて決定することとし、この目的のため宇宙部分の利用度は宇宙部分の使用に対する料金により評価することとしている。この投資分担率は海事衛星業務の運用開始から2年後にこれらの2年間ににおける各構成員による宇宙部分の利用度にもとづいて評価し、その後は前年度の利用度にもとづき1年間隔でこれを行うが、当初の出資分担率は附属書(これは政府間会議で決定する)に与えるとおりとする。この当初出資分担率の算定基準として使用される可能性のあるのは、各構成員の海事衛星システムへの移行が期待される

海事HF（またはMF及びHF）通信，及び現存の海事衛星通信の量である。

(9) その他

上記の他，利用料金の支払い方法（第20条），機関が得る収入の使い道（第21条），会計検査（第25条），機関が必要とする物品及びサービスの調達方法（第28条），発明及び技術情報の取り扱い（第29条），機関，機関の職員及び構成員の代表の特権及び免除（第30条），他の国際機関，とくに政府間海事協議機関及び国際電気通信連合との関係（第34条）等について詳細な規定が設けられている。

### 3. 海事衛星システムの調査(その2)技術の現状と 現在計画中のシステムの調査

#### 3.1 システム研究

##### 3.1.1 システム研究の動向

海事衛星システムの研究については、アメリカの航空宇宙局(NASA)が、1963年ころより民間用の航行衛星システムの開発のための調査に着手した時点において開始されたと見るべきである。そして、この研究により民間用の衛星システムは通信の中継と測位との両機能を併せ持つシステムが適当ということになり、IMOの意向および国連の航行サービス衛星作業部会の報告などにもその意向が反映されている。アメリカでは、その後種々の民間用航行衛星システムが提案され、また、航空および船舶用システム開発のための各省庁連絡委員会で検討が行われた時期もあった。

アメリカでは、その後NASAの応用技術衛星(ATS)シリーズによる実験を中心とした各種の研究が行われている。それらのうちの主なものをあげると、ATS-1と3のVHFトランスポンダを使ったサンタルチア号その他の船による通信実験、ATS-5のLバンドトランスポンダを使ったマンハッタン号、ボルチモア号のテレプリンタ伝送および受動測距実験、GE社のATS-1, 3, 5を使ったトーンコード測位実験などである。さらにMaritime Administrationが中心となったアメリカ商船9隻とその他の船2隻が参加し、広範な海域でATS-3と5のCバンドトランスポンダを使ったデータ伝送と測位実験を行った、いわゆるMARS CAN(Maritime Satellite Communication and Navigation)プロジェクトがある。この実験では、ニューヨークの国立海事研究センターに地上局を設け、各船会社の事務所との間も結んで通信と航法に衛星を使うことによる利益の調査、船団の運航管理の実験、各船への天気予報や航行警報の配布など実用面を考慮した実験も実施した。1974年4月末打上げられたATS-6を使用したLバンドによる対船舶の通信と航法の実験は現在も継続されている。

アメリカのコストガードはAutomated Marine International社に委託して海事衛星に関する膨大なシステム研究を行い、その結果は(1)商船の数とその分布、(2)通信と測位のための利用者通信量解析、(3)システム容量と周波数帯域幅、(4)変調、信号処理およびアクセス、(5)周波数計画と干渉の解析、(6)航空との共用の可能性(7)使用周波数による比較、を内容とした報告書にまとめられている。とくに(1)の商船の数と分布の見通しは、IMOの報告にも引用される役をも果している。

ヨーロッパでも海事衛星のシステム研究は各方面で行われており、その結果が後述のM A R O T S計画に結集されようとしている。

わが国におけるこの分野の研究は諸外国に比し、かなりの立遅れが目立っているが、今までに概略つきのような研究が行われている。

すなわち、海上保安庁では昭和40年以降、沖電気工業(株)、富士通(株)などに科学技術補助金を交付して各種の関連機器の試作実験等を実施している。電子航法研究所もこの分野の研究を昭和41年度以降実施しているが、その研究の主なものは、衛星塔載用のトランスポンダ(中継器)の試作研究、衛星用Lバンドアンテナの研究、狭帯域音声変調方式の研究、狭帯域測距およびデータ伝送方式の研究、オメガ受信信号の伝送方式の研究、システムの測位誤差の解析などである。このうち測距およびデータ伝送方式とオメガ受信信号の伝送方式の両研究では郵政省電波研究所と共同でATS-1折返しの衛星実験を行っている。電波研究所では、また、拡散変調による通信および測距信号伝送方式の研究を行い、衛星測距にも実用を行っている。電電公社電気通信研究所および国際電電研究所でも最近はシステム研究を中心とした研究を実施しており、とくに後者は船上装置の試作研究にも着手しているといわれている。

### 3.1.2 海事衛星のシステム構成

海事衛星システムは通常の場合図3.1.1に示すような3つの部分から構成されている。

- (1) 衛星を主体とした宇宙部分
- (2) 地上局設備
- (3) 船上端局設備

宇宙部分（Space Segment）という言葉がよく使われるが、これは衛星と衛星の運行に必要な追跡、遠隔測定、指令および監視のための施設、設備ならびにこれに関連する設備であり、大ざっぱにいえば衛星とその追跡管制のための地上局である。

海事衛星は、現在考えられているシステムではそのほとんどが静止衛星であり、陸上の地上局から送られる信号（6 GHz帯または14 GHz帯）を受信し、それを船舶に向けてLバンド（1.5 GHz帯）で再送信する役割と逆に船からの信号（1.6 GHz帯）を地上局に向けて4 GHz帯（または11 GHz帯）で再送信する役割をもっている。このほか、地上局間の連絡用などの小数の回線（6 GHz → 4 GHzまたは14 GHz → 11 GHz）の中継の役を果すこともある。衛星はその内部の温度、電源電圧などのほか、太陽センサ、地球センサなどを使ってその姿勢などの測定データをテレメータ信号にて地上に送ってくる。それを受け信し解析するのが追跡管制局の仕事であり、また、この局では衛星の位置の測定（追跡）を行っている。静止衛星では衛星の位置は厳密に定められており、とくに無線測位を行うときは、衛星位置は船の位置測定の基準となるので他の衛星システムよりも特に正確に衛星位置を求める必要がある。衛星の位置が規定値よりずれていったり、また、衛星の姿勢が適当でなくなったりときは、衛星上にあるジェットノズルを吹かせるなどしてその補正をする。そのほか電源のオンオフなどの操作を含め、これらは追跡管制局からの指令で行われる。

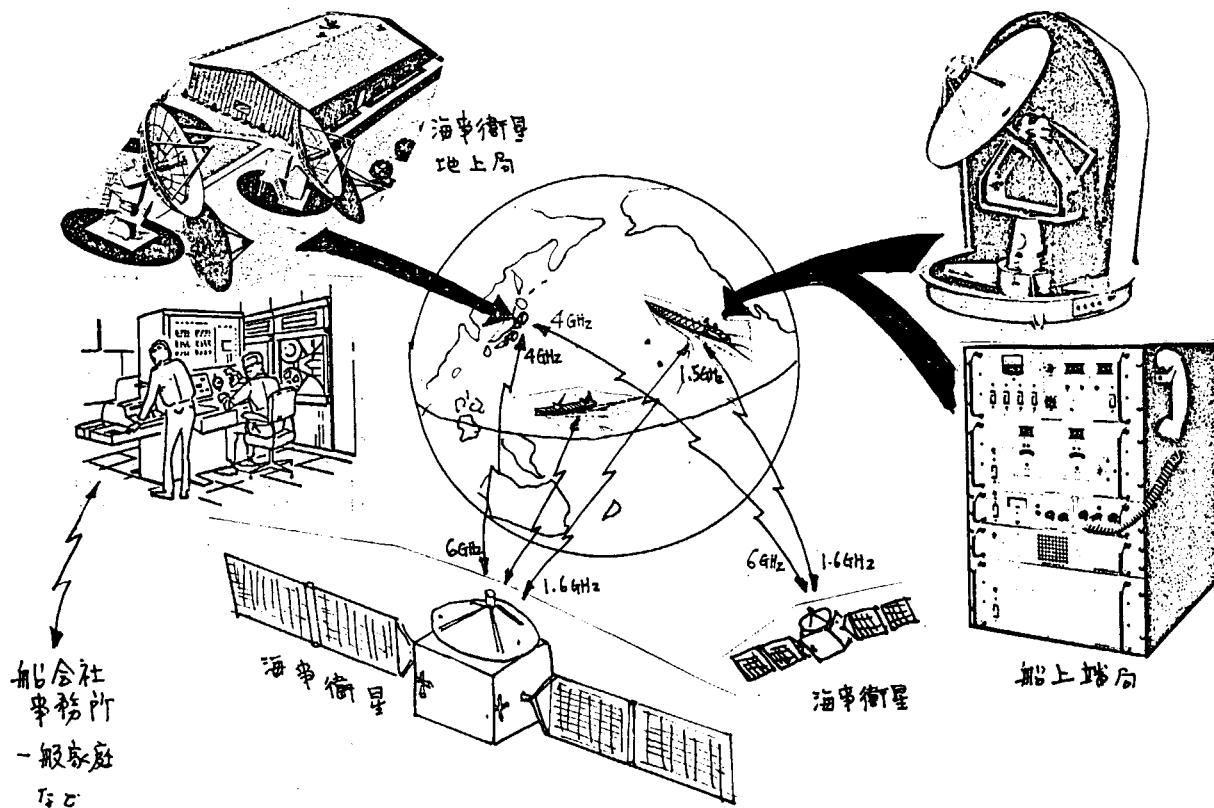


図3.1.1 海事衛星システム

(2)の地上局は海事衛星を利用するための局である。海事衛星は、陸上と船との間の通信その他の信号の中継をするのであるから地上局は陸上からの信号の送受を行う。この場合、船会社の事務所などへの通信は公衆通信の回線を使って地上局から集配する機能をもっている。衛星を一つの国で使用するような場合は、衛星当り一つの地上局があればよいが、衛星を多数の国で国際的に使用するときには、国ごとあるいは国のグループごとというように複数の地上局を持つことになると思われる。この場合、それら地上局ごとに衛星を通す通信回線を割当てる方法もあるが、衛星上の回線を有効に使用するためにも各局がどの船との通信ができるようにするためにも各局が任意の回線を使用できるようにすることになると考えられ、そのためには、使用回線の交通整理ともいべき「アクセス制御」が必要となり、衛星上に設ける地上局対地上局の回線は、この連絡などのためのものである。無線測位機能をシステムが持つためには、一つあるいはいくつかの地上局が無線測位のための測距信号を作り、それを各船を選んで順次送信し、船から応答されてきた測距信号から電波伝搬時間を測定してその結果から船位を計算する設備をもつ必要がある。各地上局は、各大洋にあるかあるいは隣接大洋を含めて複数個の衛星を対象とする場合が多くなるであろう。この場合は、それぞれの衛星へのアンテナを含め複数個の施設が必要となる。前述の衛星の追跡管制局は地上局と併設されることもありうるが、追跡管制局の運用は普通衛星を所有する組織が行うことになる。

船上の端局は、海事衛星システムのもう一方の相手側になり、利用する船一隻一隻がそのための局を持つ必要がある。そのための装置としては、衛星との間に電波のやり取りをするためのアンテナと送受信機のほか、電話、テレックス、ファクシミリ受信など行う通信の種類に応じた入出力装置が必要であり、電話などは将来は船内電話と接続されるようになると思われる。無線測位を行なう場合は、自分の船の識別信号を受信した場合は直ちに測距信号を2個の衛星に向けて再送信するトランスポンダが要求される。この場合の送信アンテナは受信アンテナとは別のビーム幅の広いアンテナが使用されるかも知れない。船上設備で最も問題になるのは、そのアンテナであろう。通信衛星用地上局のような直径が10～30mもあるような大きなパラボラアンテナを船に装備することは船の構造上からも、また、そのアンテナを常に衛星に指向させておく機構上からも適当なことではない。この船上アンテナにどのようなものを使うかはつぎに述べるように設計上最も重要な要素の一つである。

海事衛星システムは以上3つの要素から構成されており、システム全体の設計をするときに、それら各部分のパラメータが相互に関連をもつことは当然である。その中で最も重要な設計上の問題点は、衛星上の装置ができるだけ簡単軽量で、信頼性があり、かつ電力を消費しないことにある。海事衛星システムの場合は、さらにその普及をはかるということから船上設備もまた安価で、信頼性の高いものとすることが重要である。これらの観点から見ると、海事衛星システムでは、衛星から船舶への下りの回線の回線設計がシステム全体の構想をきめる要素となる。それは、この下り回線では衛星上の送信電力が余り大きくとれないと、船上アンテナの利得を大きくできないことが制約となるのに対し、他の回線では地上局のアンテナを大きくすること（衛星と地上局の間の上下回線に対して）あるいは船からの送信電力をある程度高くすること（船から衛星への上り回線に対して）で相当の解決ができるからである。

### 3.2 衛星技術

#### 3.2.1 衛星技術の一般

衛星技術の定義付は難しいが、海事衛星の衛星技術を考える場合、衛星技術そのものは他の衛星とあまり変わっていないと考えられる。

#### 3.2.2 海事衛星の打上げロケット及び形式、大きさ、重量

I M C O 計画をはじめ現在進行中のアメリカの MARISAT, INTELSAT および MAROTS 計画では、これに使用する海事衛星は当面いずれもソーデルタ級ロケットで打上げる静止衛星とされている。ソーデルタ

2914とすれば打上げ可能な衛星の重量は静止軌道上約350kgに限られ、その形状は打上げ時、図3.2.1のような形状内に収容可能なものとなる。IMOでは、海事衛星の形式、大きさ、重量などまだ正式には決められていない。MARISAT衛星では、スピンドル安定型で直径約2.2m、高さ約3.8m、重量は静止軌道上約320kgであり、INTELSAT専用衛星もほぼ同様で、スピンドル安定型、直径約2.2m、高さ約2.3m、重量約314kgといわれ、MAREOTS衛星は展開型太陽電池パドル付3軸姿勢制御型を採用している。

なお、これよりも大型のソーデルタ3914を用いれば静止軌道上約450kgの衛星まで打上げられる。この他、INTELSATではINTELSAT V号衛星との共用の多目的衛星を検討しており、この場合には、打上げロケットとしてアトラスセントールもしくはタイタンIII Cが考えられている。さらにIMOでは、当初多目的で海事需要の伸びとともに専用衛星とする、いわゆるハイブリッド利用も考慮されている。

### 3.2.3 海事衛星の構成

海事衛星は、海事衛星システムのミッションを達成するためのミッション機器とバス機器から構成され、表3.2.1に示すような内容の通信系、テレメトリ・コマンド系、制御系、電源系、構体系、推進系などのサブシステムに分けられる。

衛星設計の鍵は、打上げロケットでほぼ決まる静止軌道上打上げ可能な衛星の重量を配分するに当り、まずバス機器に必要な重量をできるだけ軽くし、これをミッション機器の通信系、ならびにこれを作動させる電源系部分にまわし、衛星システムの通信品質をいかに向上できるかにかかっている。この重量配分の一例として、現在のMARISATの場合を示せば静止軌道上重量約320kgに対し、各構成サブシステムへ割り当てた重量配分は表3.2.2に示す通りである。INTELSAT V号衛星を共用衛星とする場合は、14/11GHz帯の固定通信業務用の通信系の一部を減らし、その分に海事用中継器を搭載するが、打上げ用ロケットにアトラス・セントールを用いた場合、重量配分として通信系には約310kgが割り当てられ、このうち海事用中継器にはその約12%，またタイタンIII Cの場合、通信系には約620kgが割り当てられ、海事用中継器には約5%が割り当てられている。また、MAREOTS衛星では、その通信系に割り当てられた重量は52kgといわれている。

### 3.2.4 通信系

搭載中継器として、中間周波数を介在させる方式あるいは直接変換する方式とするか、チャネルを共通増幅する方式あるいはチャネルごとに各波増幅する方式を選ぶかという問題があるが、IMOでは広帯域の通信系を検討しているのは主にその多用性を考慮しているからで、通信系の選択（例えば、広帯域か、チャネル化したものか、プロセシングか）に関しては現在研究中である。Lバンド送受信部で共通増幅方式は動作点を飽和点より十分低く選ぶことから大きな送信電力がいる。出力20dBW級の広帯域送信機にはデプレスド・コレクタ形の高能率（例えば約50%）のTWTもしくはトランジスタが考えられる。また、音声入力がないとき搬送波を断なし送信電力を低減する方式も検討されている。一方、各波増幅方式は送信機を非直線域まで使え、狭帯域でよく、出力も数Wでよいので固体化も容易、高信頼度化、小形化などが得られるが、その合成回路が難しい。また、海岸局向の送信部では海岸局のG/Tが比較的大きいので、チャネル当たりの送信出力が小さくてよいので、共通増幅方式がとれる。受信部については、いずれも低レベルを取りうるので共通増幅方式が望まれる。

海事衛星の場合、海岸局との通信系は、通常の静止通信衛星と同様の設計を行うことができる。この場合の衛星における送信および受信周波数帯について、IMO、MARISAT、INTELSAT、MAREOTSの例を表3.2.3に示した。この表においてIMOでは衛星から海岸局への送信周波数帯として、4/6GHzおよび11/14GHzの周波数選択に際し、衛星の設計に与える影響について研究を行っている。さらにIMOでは船舶局および海岸局におけるアンテナ追尾のために適当なビーコン信号を衛星から出すことが望ましいとしている。

塔載通信系アンテナについては、地上用と異なり、特に小型、軽量で、展開部を含めて組込みに便利な構造であり、太陽のあたる面と影の面では約300°Cにも及ぶ温度差があり、苛酷な宇宙環境に十分に耐える必要がある。特に指向精度の高い場合には設計に注意を払う必要がある。このために用いる材料は特殊なもので、例えば、アンテナの反射体はアルミフィル、構造体はグラスファイバ・エポキシ・ハネカム構造、支柱およびトメ金などはチタン合金などが使われ、また、Lバンド用ヘリカルアンテナには銅薄でおおったアルミが用いられる等々である。塔載通信系アンテナとして、IMOでは地球を包む円形の業務提供区域が要件とされ、現時点ではシングルビームで行われることを想定しているが、大洋の形をした成形ビームアンテナも検討に値する。通常のグローバル・ビーム・アンテナの利得は、大約北緯・南緯70°間のサービスエーリアの周辺部で約15dBであり、Lバンドでは開口径約0.7mに対応する。これに対し、4ビーム・マルチビーム・アンテナでは利得約22dB、開口径約1.5mに対応するので、合成して利得約17dBの成形アンテナとして使用することが検討されている。IMOでは地上から制御される適応型の可変指向性狭ビーム・アンテナについてもさらに検討すべきであるとしている。

スピニ衛星では通常デスパンアンテナが使われる。機械的方式は従来多く使用されているが、回転用ペアリング、伝送系ロータリジョイント、駆動用モータ、デスパン制御回路から構成され、大型アンテナもしくはマルチビームを作り得る利点があるが、宇宙環境で長寿命作動する特殊ペアリング構造とプラッシュレス直流モータが必要で、これら製造メーカーもかなり限定されている。これに対し、電気的方式はフェーズドアレイ方式で、現在各方面で検討されている。三軸姿勢制御方式ではこのような機構はいらない。

食は春分、秋分の日に最大となり約72分であるが、年2回46日間にわたり影響を受ける。このときはNi-Cd電池を使うが、その大きさと重量などを考えて、食における能力としてIMOでは衛星の本体制御機能およびアクセスはもとより通常の音声（相当の）回線を少くとも1回線は維持する電池容量が定められるものとしている。通信需要に見合うため、上述のことが必要であるが、それをどの程度にするかは、システムの要件および衛星の容量がはっきりするまで待つべきとしている。

回線設計に最も必要な衛星の実効放射電力（EIRP）およびその安定度は、IMOでは最終的に決まっていない現状である。MARESAT衛星では船舶局向のEIRPは音声に対し20dBWを確保し、海岸局向に18.8dBWとされており、図3.2.2のような構成の塔載中継器で表3.2.4のような性能を得るとされている。また、MAROTS衛星では、船舶局向は約3.7dBW、海岸局向は約2.9dBWといわれている。

衛星の回線容量については、IMOは打上げロケット、システム特性の仮定の下に、表3.2.5のようなチャネル数が利用できるとしている。INTELSAT専用衛星では通信容量として最低音声回線数を20チャネルとしている。また、INTELSAT V号衛星での共用衛星では、その14/11GHz固定通信業務回線の利用できる回線容量を14,000チャネルと想定して、これを海事移動通信業務回線（音声回線）に利用可能な回線数を表3.2.6のように試算している。MAROTS衛星では音声回線として12チャネル以上をとっている。また、これらの通信回線の他にアクセス回線として1~2チャネルを考えている。

### 3.2.5 テレメトリ・コマンド系

海事衛星のテレメトリ・コマンド系は表3.2.1に示したものから構成されていて、衛星塔載機器の重量軽減と電力の節約をはかるため、Cバンドの下り回線にたがいに独立した周波数の異なるテレメトリ回線2chをもうけ、SHF中継器を介してテレメトリする。また、追尾用ピーコン信号をテレメトリ情報で変調する方式もある。衛星内の各種装置のハウスキーピングの電圧、電流、温度、コマンド確認、各種センサ情報、制御用ガス圧などの情報を、周波数分割方式ではFM/FM、時分割方式ではPAM/FM、PCM/FMなどで地上に送りテレメトリする。一方、コマンドは通常冗長系を持ち、塔載中継器などのオン・オフ、制御用ガスジェット噴射、その他衛星内各種装置に対する指令からなり、その信号は、準備、指令、実施から構成される。この他レンジングトーンも地上に再送される。

### 3.2.6 制御系

衛星の制御系は表3.2.1のように構成されており、衛星の姿勢制御系には、スピニ安定法、3軸法、重力傾度安定法、地磁気制御法等々があるが、MARISAT衛星ではスピニ安定法で指向精度0.65°を得るよう設計され、MAREOTS衛星では3軸法を採用している。センサー系としては通常、太陽センサ、恒星トラッカ、地球センサ、地磁気姿勢計、電波偏向面センサ、ジャイロなどが用いられているが、MARISAT衛星では太陽センサ、地球センサなどを用いている。軌道制御系は地球の重力の不均一、月、太陽の引力などの外乱による衛星の経度方向、緯度方向のずれを補正するためのもので塔載しているスラスターを噴射させてステーションキーピングする必要があり、MARISAT衛星ではヒドラジンが重量約120kg、4個のタンクに分けて塔載されるよう設計されている。

また、宇宙環境では熱制御も極めて大切な機能である。先にも述べたように海事衛星では船舶局のG/Tが比較的小さいため、衛星のLバンド送信電力を大きくとる必要があるので、これに使用する電力は比較的大きく、終段増幅器は、MARISAT衛星では飽和時約160W、無負荷時約100Wの設計で、その変換効率は約85%で、残余は発熱源となるので宇宙環境では放射冷却等の熱対策がとられる。これは内部発熱によるものであるが、外部からは太陽熱の影響もあり、熱解析、温度制御は衛星にとって基本的な技術の一つである。

### 3.2.7 電源系

電源系は表3.2.1のような構成からできている。衛星設計の鍵の一つに電源系の電力配分があるが、海事衛星では、システム・ミッション上および他システムとの干渉上許される限り、衛星塔載送信機出力を増し得るように、電力を配分できるかどうかが問題となる。静止衛星では、通常は太陽電池を一次電源として使用し、食のときはNi-Cd電池に置きかえて使用する。太陽電池の配置をスピニ衛星では円盤形に約2.2mφ×約1.6m高に、3軸衛星では展開形で約4.5m<sup>2</sup>/2枚と仮定すれば、それぞれ寿命5カ年の終りに約300W、約700Wの電力が得られる。MARISAT衛星では、通信系がすべてLとCバンドと仮定して、寿命5年末に、ソーラーパネルで約320W、電源系出力約300Wであり、その中ハウスキーピングに約32%くわれるから通信系には68%前後が与えられる設計になっている。MAREOTS衛星では、寿命7年の終りで直流出力330Wに設計されている。

### 3.2.8 構体系

衛星の構体系には、構造体、装置取付体、支持体などがあり、宇宙環境で、軽くて丈夫で耐久性があり、さらには熱伝導の良い材料、もしくは熱の反射の良い材料、等に多くの特殊材料、特殊構造が要求される。また、打上げから宇宙環境に至る振動・衝撃などにも耐える材料、構造、設計が要求される。このために、例えば、スピニ衛星の太陽電池板構造体や電子機器の支持構造体はアルミ・ハネカム構造で、これをエポキシガラス強化基板で強化した構造物で作られ、これらの支持にはベリリウムあるいはアルミ支持体など、また、とめ金など力のかかる部分はチタン合金などを用いる。また、熱遮断には、ステンレス・スチール・フォイル、真空蒸着アルミ被覆テフロン等、特殊材料を適材適所に活用する。構造解析は基本的衛星技術に入る。

### 3.2.9 信頼性技術等

衛星技術は、高信頼性システム技術による完全化技術を駆使してミッションを達成させ、しかもその寿命を伸ばすための技術ともいえ、IMCOでは衛星の設計寿命を7年とし、そのときの残存確率0.6と考えているに対し、MARISAT衛星では設計寿命5年に対し、残存確率0.7以上としている。MARISAT衛星における信頼度配分は表3.2.7のようになっている。NASAの信頼性プログラム(NHB53004(1A))では、大別して6項目、また、この中で実施すべき技術として信頼性工学関係のもの8項目、試験および信頼性評価関係のもの5項目が要求されている。また、NASAの品質保証(NHB53004(1B))では、15要素が要求されている。

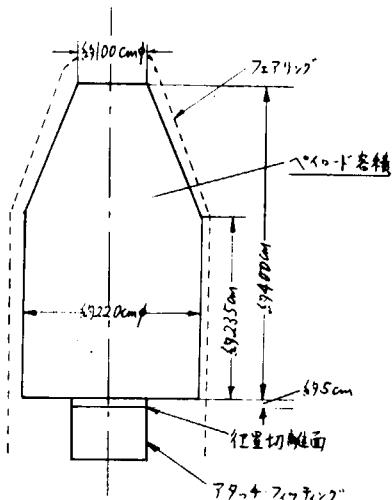


図 3.2.1 衛星の打上げ時収容形状

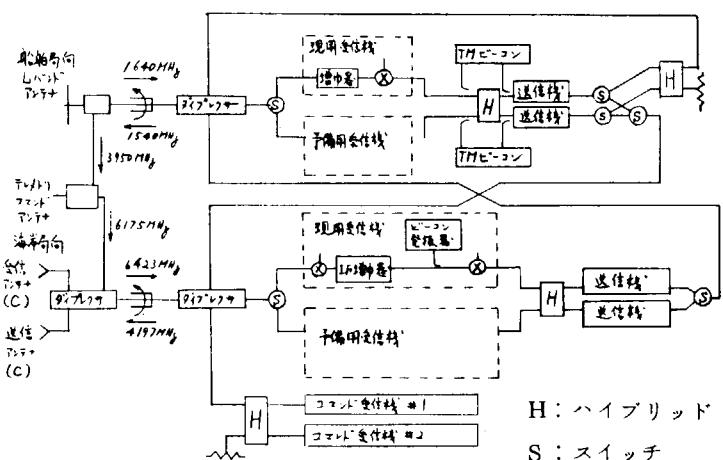


図 3.2.2 衛星通信系などの構成例

表 3.2.1 衛星のサブシステム(例)

通 信 系	テレメトリ・コマンド系	制 御 系	電 源 系	構 体 系	推 進 系
船舶局用アンテナ(Lバンド)	管制局用アンテナ	センサー系	太陽電池系	構造体	アポジックモータ
海岸局用アンテナ(Cバンド,Kuバンド)	ダイブレクサ	姿勢制御系	蓄電池系	装置取付体	二次推進系
ダイブレクサ	テレメトリ送信機	アンテナ制御系	電源制御回路系など	支持体など	
船舶局用送信機(L)	コマンド受信機	軌道制御系			
海岸局用"(C,Ku)	テレメトリエンコーダ	推進制御系			
船舶局用受信機(L)	コマンドデコーダなど	太陽電池板制御系			
海岸局用"(C,Ku)		温度制御系			
変換器(L→C Ku)		など			
局 部 発 振 器					
など					

表3.2.2 MARISATの重量配分比

サブシステム名	重量配分比 %
通信系	24
テレメトリ・コマンド系	4
制御系	14
電源系	22
構体系	18
推進系	17
その他の	1

表3.2.3 衛星搭載通信系の送・受信周波数帯

		IMCO	MARISAT	INTELSAT	MAROTS
船舶局向	衛星送信周波数帯 MHz	1535～1542.5 1542.5～1543.5*	1537～1541	1535～1542.5	1535～1542.5
	衛星受信周波数帯 MHz	1636.5～1644 1644～1645	1638.5～1642.5	1636.5～1644	1636.5～1644
海岸局向	衛星送信周波数帯 MHz	3700～4200 11450～11700 中の 7.5 MHz	4195～4199	3700～4200 中の 7.5 MHz	3700～4200 11450～11700
	衛星受信周波数帯 MHz	5925～6425 14000～14500 中の 7.5 MHz	6420～6424	5925～6425 中の 7.5 MHz	5925～6425 14000～14500

\* この1MHz帯の使用については海上移動衛星業務と航空移動衛星業務の相互間の運用上の調整に従う。

表3.2.4 塔載中継器の性能(例)

塔載中継器の性能	海岸局→船舶局	船舶局→海岸局
受信周波数帯	6420～6424MHz	1638.5～1642.5MHz
G/T	-25.4dB/K	-17dB/K
送信周波数帯	1537～1541MHz	4195～4199MHz
EIRP	20dBW	18.8dBW
動作モード	飽和	リニア
周波数ドリフト	シングルもしくはマルチチャネル/キャリア $10^{-6}$ /月以下, $10^{-5}$ 以下	シングル・チャネル/キャリア $10^{-6}$ /月以下, $10^{-5}$ 以下
アンテナ・ビーム巾	$19^{\circ}$	$19^{\circ}$
送信円偏波	右廻り	左廻り
受信円偏波	右廻り	右廻り

表3.2.5 衛星の通信容量 (IMOの例)

容量 (電話チャネルとして)				
船舶局 G/T (dB-K)	衛星に及ぼす 影響	ソーデルタ 2914(2軸)	ソーデルタ 2914(3軸)	ソーデルタ 3914(3軸)
-10	×1	14 ch	20 ch	40 ch
-7	×2	28 ch	40 ch	80 ch
-4	×4	56 ch	80 ch	160 ch*

\* 帯域内の制限からこの数字は減るかもしれない。

表3.2.6 衛星の通信容量 (INTELSAT共用衛星の例)

船舶局 G/T (dB-K)	固定通信回線 (音声回線) 11/14 GHz				
	0 ch	3500 ch	7000 ch	8800 ch	10500 ch
-10	20 ch	10 ch	—	—	—
-7	40 ch	20 ch	10 ch	—	—
-4	—	40 ch	20 ch	10 ch	—
-1	—	—	40 ch	20 ch	10 ch
+2	—	—	—	40 ch	20 ch

表3.2.7 信頼度配分

サブシステム	信頼度配分
通信系とRFテレメトリ・コマンド系	0.95
ディジタルテレメトリ・コマンド系	0.98
リアクション制御系	0.99
電源系	0.97
デスパン制御系	0.96
アボジモータ	0.99
構造、ワイヤーハーネス	0.99
信頼度 (5年)	0.85

### 3.3 地上局技術

海事衛星システムの海岸局には、アンテナ、送信電力増幅器、低雑音受信機、周波数変換装置、変復調装置、アクセス制御装置などの他、地上通信網との接続のため交換接続装置が設置されよう。海岸局が追跡管制局を兼ねる場合には、さらにテレメータ・コマンド装置とLバンドの監視装置が必要となる。

衛星と海岸局との回線は固定衛星業務と看做され、4/6GHz帯または11/14GHz帯が使用される。海岸局のG/Tは対海岸局回線に割き得る衛星の電力と海岸局の費用との兼ね合いで決められ、IMOの検討では、4/6GHz帯を使用する場合のG/Tは20~25dB-K、11/14GHz帯を使用する場合のG/Tには30~35dB-Kが妥当と評価されており、何れの場合も直径約10mのアンテナが想定されている。米国コムサット・MARI-SATシステムは4/6GHz帯を使用し、海岸局は衛星の追跡・管制とLバンドの監視機能を持ち、G/T 31.4dB-Kで直徑42フィートのアンテナが建設されている。

4/6GHz帯は、インテルサット系に広く使用されており、その既存技術が全面的に利用出来る。インテルサット通信衛星の500MHz帯域に比し、海事衛星の使用帯域は7.5MHzであり、保守が容易で経済的な非冷却パラメトリック増幅器（500MHz帯域で55Kが達成されている）と空冷式のクライストロン電力増幅器（3KWまで実用されている）が使用されよう。また、変復調やアクセス制御には、SPPC装置やSPADE装置の技術が利用できる。

11/14GHz帯はインテルサットV号衛星やESROの通信衛星システムなどに使用が計画され、500MHz帯域を対象として各種装置の開発が進められており、これらの成果は容易に海事衛星に利用可能と思われる。

海事衛星システムではデマンド・アサインメント方式が採用され、必要に応じて各船舶局にチャネルを割当てるアクセス制御が必要である。そのやり方には種々の方法があるが、アクセス制御局を分散し、専用のアクセス制御チャネルを設け、そのマルチプル・アクセス方式にTDMA方式を用いるのが好ましいとされている。

海事衛星システムと地上通信網との接続については、自動接続が望まれているが、電話については即時採用には未解決の問題がある。テレックスの場合には、海岸局を国際関門局、船舶局を加入者端末と看做すことによって、現在の方式に最少の変更で導入が可能と思われる。電話については国によっては現行方式が課金などの点で自動接続に問題があり、当初は半自動接続で運用が開始され、次いで船舶局発信の自動接続が採り入れられ、最終段階として陸側発信を含む完全自動化が達成されることとなろう。この間、番号計画を含め、国際的に検討・調整を要する事項が多い。

### 3.4 船上局技術

#### 3.4.1 船上局技術の概要

静止衛星を利用して航行中の船舶と通信をした例は現在までいくつもあるが3.1に述べたように大部分がCバンドによるテストであって、Lバンドによる例は少ない。船上設備の技術的パラメータについてIMOの海事衛星専門家パネルで検討はされたが明確にはなっていない。しかし、アメリカのMARI-SATについてはCOMSAT GENERALから船上設備の仕様が出されている。この仕様は2つの部分に分かれている。一つはABOVE DECKと称され、空中線系を含めた船舶上部の屋外にある部分であり、他の部分は BELOW DECKと称し、船内に装備する変復調部、操作部などを含むものである。ABOVE DECKは1974年夏、 BELOW DECKは1974年秋、ともにアメリカのSCIENTIFIC ATLANTA社が受注し、目下製作中である。

現在、世界中の多くの会社が船上設備の研究を進めており、かなりの会社が製作を行っている。IMOでの仕様が未確定であるので、これらはMARI-SATを標準としているようである。また、IMOの海事衛星専門家パネルをはじめとしてICC、IEEE、IEEE、RTCMなど多くの学会に色々の形で論文の発表が行われていて、現行の船舶通信を改良しようとしている熱意が見られる。

送受信機関係は 1.6 GHz の L バンドであるので、船舶塔載の条件さえ念頭に置けば技術的にはほとんど問題がないし、変復調器、端末機器についても同様である。しかし、動搖する船上でアンテナを衛星の方に指向させておくことがかなりの問題であるといえる。

軍用の面から見るとミサイル発射台のみをはずして砲塔も艦の動搖に対して安定化させているし、航空母艦などは艦自体まで安定化を計っているので、これも前の送受信機などと同じく技術面からだけ考えれば実現可能である。しかし、前記のようなものでは多くの船舶に塔載することはむづかしく、船舶通信の混雑を解消しようとして導入される海事衛星計画とは程遠いものとなってしまう。したがって、多くの船舶に利用できるような適正な価格でアンテナを衛星の方向に向けておくような装置を塔載可能な範囲の大きさと重量で作ることが要点となってくる。

これについては 6.4 で詳しく述べるが、現在までに発表されているいくつかの方法があり、大別すると海面に対してアンテナベデスタルを安定化させようとする方式と衛星からの電波を利用してアンテナを衛星の方に向けるとするオートトラッキング方式の 2 つがある。

オートトラッキング方式にすれば、船舶の動搖には無関係となるので理想的のように思われるが、衛星とアンテナとの間に障害物が存在すると、この方式は使用できなくなる。船上にはマスト、煙突、ブリッジなど障害物となり得る多くのものが存在するし、また、船舶が狭い水路を通過する場合には地形によって船舶アンテナから衛星が見透せない場合も生じてくるので、この方式のみに頼ることは問題がある。しかし、アメリカでは X-Y マウントの上に 4 個のショート・バックファイアアンテナを組み合せたモノバルス方式のものが、また、ノルウェーでは 2 面のフェーズドアレーインテナを船舶のロール軸に並行な機械軸と組み合せモノバルス方式としたものが発表されている。

アンテナベデスタル安定化方式で一般に考えられているのは、船舶の傾斜を測定し、この値をリファレンスとしてのサーボシステムによりベデスタルを安定させようとするものである。この場合、垂直ジャイロが想定されるわけであるが、軍艦を除くと一般船舶ではこの種のジャイロは塔載していない。さらに現在の垂直ジャイロは価格も相当に高く、かつ寿命が 1,000 時間程度であるので、20,000 ~ 30,000 時間の MTBF を要求している船舶用としては問題があるが、海事衛星の要求、需要がでてきたので検討が進められており、近い将来、利用可能な垂直ジャイロが出現するものと思われる。

垂直ジャイロの代りに傾斜計、加速度計、角加速度計などを利用することが考えられている。また、シンバルやフライホイールの考え方によってベデスタルを安定化することも考えられている。

現在までに各方面で検討されている傾向からいふと、装備費を含まない船上局設備費の約 60 % が ABOVE DECK 用機器であり、安定台が大きなファクターを占めている。

### 3.4.2 電子的制御船上アンテナ

海事衛星用船上アンテナにはアンテナの方位を制御する二つの方法がある。

- (a) 船の位置、ローリング、ピッティングなどの動搖にもかかわらず常にアンテナの方位が衛星の方向を向くように制御する方法
- (b) 衛星からの電波の到来方位を弁別して、アンテナをその方位に追従させる方法

(a) の方法はジャイロやレベル計などを基準として用い、船体の運動を検出することから制御情報を得ている。この場合は(b)のごとく電波が何らかの原因で途切れても方位の情報が保てる。しかし、ジャイロなどによる積分誤差が作用すると誤差が累積される。アンテナが大形になりビームが鋭くなるときは指向誤差精度を高くする必要がある。

(b) の方法は電波の到来が途切れることのないように設置場所、周囲の遮蔽物体などに注意を払う必要があり、中断したときの方位を再び探索できる機構や短かい中断に対しては一時保持などの性能を持たせる必要がある。その反面、電波の到来方位が電波伝ばん上の屈折やファラデー効果などで変動しても正確にトラッキングするこ

とができる。また、海面反射など多重信号が混信すると方位誤差を生ずる。

(a), (b)どちらの制御方法についてもアンテナを駆動して電波ビームの方位を変化させるのに機械的と電子的制御とが行える。機械的な制御方法については3.4.1で説明したので本節は電子的制御について簡単に説明する。

電波ビームを電子的に制御する方法は一般にアレイアンテナを用いる。電子的に制御する方法の利点は、

- (1) 慣性がないのでビーム方位の早い変動にも追従できる。
- (2) ブリッジの周囲の壁に貼り付けるなど、場所的に有利な条件が得られる。
- (3) 機械的部品より高寿命、高信頼度が期待できる（動く部分がないので）。
- (4) プリント配線などの技術の導入により、多量生産に向く。重量も軽くなる可能性がある。
- (5) 海面反射や近接物体からの反射のごとき不要入射波を打消せる可能性がある。
- (6) 一個のアンテナで複数個の衛星と同時に通信することも可能である。測位のときなど二つの衛星からの電波を受けるときに適する。

などの利点に対して電子的方法の欠点として、

- (1) 電子素子、回路部品の価格が高い。
- (2) 技術的研究や経験が不足している。

などが考えられる。

3.4.1でのべたごとく、電子的と機械的とを組合せた方法も国外で研究されている。電子的方法においては、方位制御情報が、あらかじめ定められた衛星の方位を常に指向させるようにする方法と、到来電波の方位に追従させる方法のどちらでも可能であるが、電子的方法の持つ利点を考えると到来電波を検知して追従させる方法に適していると思える。図3.4.1にアレイ配列の二つの例を示している。

電波の到来方位に追従する方法の代表的なものとしてモノバルス方式と向逆指向（Retrodirective）方式がある。

図3.4.2にモノバルスアンテナ方式の原理図を示す。電波到来方位が#1, #2の二つの異なる方位を持っているとする。この電波を一部が重複した二つの指向性電波特性AとBとでそれぞれ受信すると#1のごとく正面入射に対して受信電圧 $V_A$ と $V_B$ は、

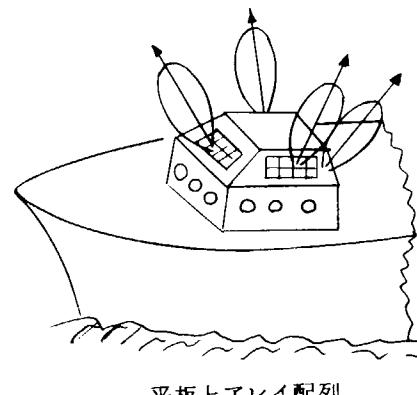
$$V_A = V_B$$

#2のごとく斜め入射では、

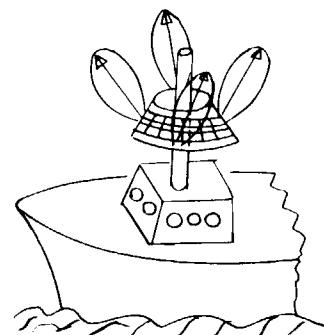
$$V_B' > V_A'$$

となるので、二つのビームからの出力の振幅を比較すると、電波の到来方位が弁別できる。この場合に衛星からのビーコン電波が利用できる。

図3.4.3は向逆指向方式を示す。それぞれのアンテナ素子で受信した電波（搬送波）の位相の極性を反転させて、これを送信の搬送波として使用する方式で、電波の到来方向に自動的にアレイアンテナの指向特性を向けることができる。



平板上アレイ配列



コンフォーマルアレイ配列  
(円錐状配列)

図 3.4.1

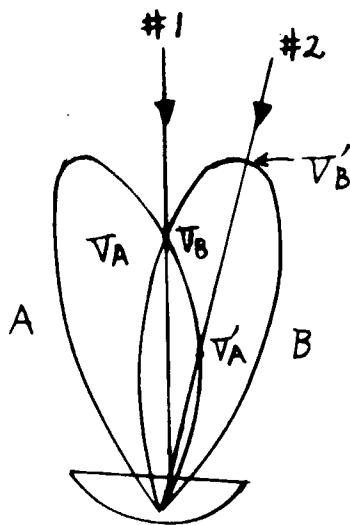


図 3.4.2 モノパルス方式

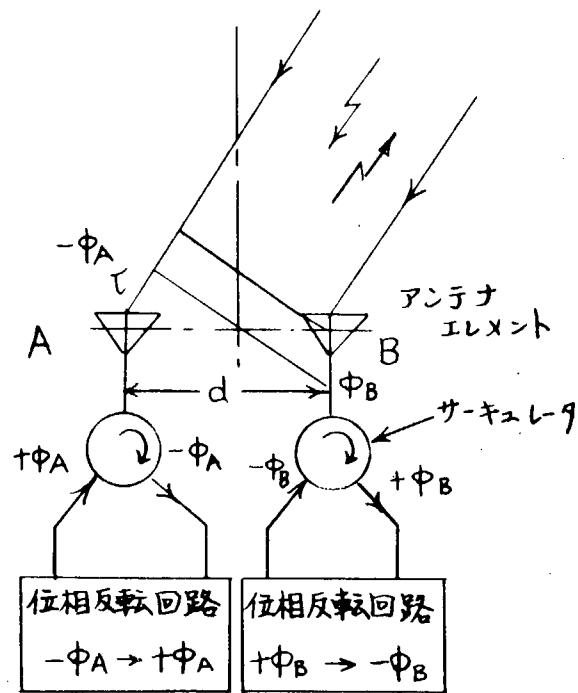


図 3.4.3 向逆指向方式

図 3.4.4 の実線は代表的なアレイアンテナ指向特性を示している。海面反射が存在していることを受信波の位相配列から検出すると、指向特性が自動的に変化して点線のごとく指向特性が零の方位と海面反射電波の方位とを一致させる研究が行われている。

### 3.4.3 テレグラフィ専用船舶局の方式検討

#### (1) まえがき

I M C O 専門家会議の報告書でも述べられているように、海事衛星システムが経済的に成立つか否かは、早期に需要を拡大できるか否かに掛っている。早期に需要を喚起するためには、船上設備と通話料金の両者をできるだけ安価にする必要がある。

また、I M C O 報告書の経済評価の章で仮定している 1 隻 1 日当たりの通話時間の伸びに I M C O 案の料金単価 (4 ドル / 分) を掛け算して 1 隻 1 日当たりの通信料金を求めるとき、現在わが国の大手会社の外航船が 1 隻 1 日当たり支払っている公衆通信料金の 10 倍程度となり、果してそれだけの通話時間の伸びが期待できるかどうか疑問とする意見もある。1 隻当たりのトラヒックに頼らずに需要を拡大するためには、加入局数を増大させる必要がある。

上記のような問題を解決し、海事衛星システムの経済的見通しを良くするために、わが国が従来から主張しているように、電信のみを使うテレグラフィ専用船舶局 (2 級船舶局と呼ぶ) を積極的にシステムに加えることが必要と考えられるので検討を試みる。

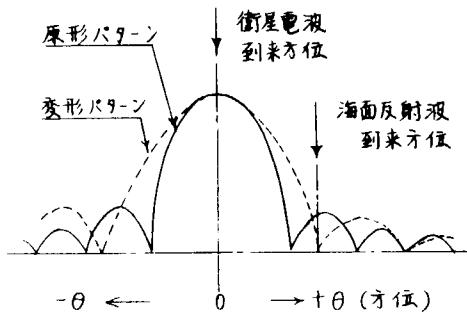


図 3.4.4 パターン変形による  
海面反射除去

(2) 船舶局 G/T と回線容量

電信を主体とすると、回線容量は大幅に増大するので船舶局 G/T を -10 (dB-K) 以下とすることも可能となり、船上設備の経済化が図れる。一例として IMO 報告書の TABLE IV/1 の Thor/Delta 2914, Spin Star の場合を電信の回線容量に書き直すと下表のようになる。

船舶局 G/T (dB-K)	衛星の 回線容量 への影響	Thor/Delta 2914 スピン安定化		
		電話回線数 (Voice activated)	電信回線数	
			1 電話 CH = 20 電信 CH とする場合*	1 電話 CH = 50 電信 CH とする場合**
-19	×1/8		35	87
-16	×1/4		70	175
-13	×1/2	7	140	350
-10	× 1	14	280	700

\* IMO 報告書で仮定している換算値

\*\*  $\begin{cases} \text{電話の所要 } C/N_o = 50 \text{ dB-Hz} \\ \text{電信の所要 } C/N_o = 30 \text{ dB-Hz} \end{cases}$   
Voice activation による電話の電力低減率= 50 % と仮定した場合の換算値

これより、最も安価な衛星を用い、かつ船舶局 G/T を -16 (dB-Hz) 程度まで下げても十分な回線容量の確保できることがわかる。(IMO の推定による 7 年目の需要までは十分まかなえる。)

(3) 通話料金

IMO 報告書 (P. 52) で仮定している 4 ドル/分という料金は、1 字当たりに換算すると次のようになる。

$$\begin{cases} \text{伝送速度} & 100 \text{ b/s} \\ 1 \text{ 字} & = 10 \text{ ビット} \\ 1 \text{ ドル} & = 300 \text{ 円} \end{cases}$$

として、

$$4 \text{ ドル/分} = 1200 \text{ 円/分} = 20 \text{ 円/秒} = 2 \text{ 円/字}$$

これに対し現行の電電公社の短波による電信料金は、4 ~ 5 円/字であり、また、中央漁業無線局の狭帯域直接印刷電信の料金も 1 行 (約 40 字) 当り 100 円 (ただし、150 円に値上げを計画中) で、2.5 円/字 (値上げされると 3.75 円/字) となっているので、これらに比べると海事衛星システムの電信料金は IMO の案どおりでも現行料金に比して割安といえる。衛星の回線容量はすでに述べたように十分大きいので、将来トラヒックが増加したときには料金は著しく下げ得ると思われるが、初期の段階でも 4 ドル/分 ~ 2 ドル/分程度ならむしろ現在よりも割安であり、需要を阻害する要素にはならない。

一方、電話に対しては、4 ドル/分 = 1200 円/分 という料金は現行国際電話の料金に比して割高とはいえないかも知れないが、現行の電電公社の短波による電話料金 350 円/分に比べると割高であり、IMO 報告書 (TABLE IV/1) で予測しているような需要の伸びが期待し得るかどうかは、かなり問題である。

また、船舶局の G/T が等しい場合、電話と電信の料金と同じとするのは衛星の回線容量の点から不合理

と思われ、1電話CH=20電信CHとすると電信の料金は電話料金の1/20まで下げ得る。逆に料金を同じとすると電信専用局のG/Tは電話使用局より13dB低くて良く、電話使用局のG/T=-4(dB-K)とすると電信専用局はG/T=-17(dB-K)まで下げ得ると考えられる。

#### (4) 小形船舶の需要

IMO報告書TABLE I/4でもわかるように、1万GT以上の船舶数に比し 100~9.999 GTの船舶数は6倍以上多い。小型船舶では外航船の比率は下るから、その倍率がそのまま需要増につながるわけではないが、これら小型船舶を積極的に海事衛星システムに加入する方策を取れば、大幅な需要増が期待できる。

特にわが国は周知のように水産国であって、遠洋漁船の数が非常に多い。それらの船の大半は1万GT以下であり大形のアンテナの装備には問題があるが、小形のアンテナの2級船舶局が認められ、4ドル/分~2ドル/分(2円/字~1円/字)程度の料金で運用できれば、わが国だけでもかなりの需要が期待できよう。

#### (5) 2級船舶局の方式案

##### (a) G/T

1級船舶局よりも10dB低い値とする。前述したように、1級船舶局の電話料金と2級船舶局の電信料金を同じとする場合は、2級船舶局のG/Tは1級船舶局よりも13dB下げるが、電信料金を電話よりも安くできる可能性(例えば2ドル/分)を残し、また、海面反射対策の軽減を考慮する。

##### (b) アンテナ

一例として1級船舶局のG/Tを-4(dB-K)する場合、2級船舶局のG/Tは-14(dB-K)となるがこのアンテナは利得13dB、ビーム幅40°程度となり、例えば、ショートバックファイヤアンテナを用いると0.3mφ~0.35mφで、MARISATのアンテナ(1.25mφパラボラ)に比し直徑1/4程度になる。

ただし、わが国ではMARISATと同一利得のアンテナをより小形で実現する研究(昭和49年電子通信学会全国大会、No.777)もなされているが、それらの研究成果を利用すると2級船舶局のアンテナもさらに小形化できる。

##### (c) 追尾方式

オートトラックまたはプログラムトラック。ただし、プログラムトラックの場合はローリングのみ安定化する。

ビーム幅40°の場合、やはり追尾は必要である。プログラムトラックの場合、ローリングは小形船舶では±40°に達するので安定化する必要があるが、ピッティングは±10~15°と思われる所以安定化の必要はないと考えられる。

##### (d) マルチプルアクセス方式

FDMA(周波数分割マルチプルアクセス)

##### (e) 変調方式

2ψPSK(±90°DPSKまたは±70°PSK)

##### (f) 伝送速度

100 b/s(無線回線での伝送速度)

##### (g) 使用コード

JIS 7単位符号

仮名文字が使え、かつASCII, CCITT(No.5), ISO等の国際的コードと両立し得るため。

### 3.5 変調方式その他

#### 3.5.1 音声変調方式

海事衛星用の音声変調方式としては、C C I Rのレポート\*において、各種の方式の理論的比較が行われ、FM-P L L方式か $\Delta M/DPSK^{**}$ 方式が最適であると報告されている。(図3.5.1参照)

また、英國のPost Officeでの実験結果\*\*\*によると、上記2方式にいずれもシラブル圧伸を併用して実験的に比較した場合、平均S/N 30dBの基準品質と主観的に等価な通話品質となる最低C/N<sub>o</sub>は表3.5.1に示すようになる。

表3.5.1 基準品質に等価な主観品質を与える変調パラメータ

変調方式	I Fバンド幅	C/N	C/N <sub>o</sub>
圧伸 $\Delta M$	22.5 kHz	8.5 dB	52.0 dB-Hz
FM-P L L			
2:1 圧伸	18.8	5.5	48.2
4:1 圧伸	16.0	5.5	47.5

本表によるとC/N<sub>o</sub>の点ではFM-P L Lの方が $\Delta M$ よりも4dB程度有利であるといえるが、 $\Delta M$ の方が相互変調等による干渉妨害には強いため衛星の電力増幅器の直線性はFMの場合よりも若干劣っても良く、衛星の回線容量の点ではほとんど差はないといわれる。

FM-P L L方式と $\Delta M/DPSK$ 方式を種々の点から比較すると表3.5.2に示すように優劣がつけ難いが、標準的状態における通話品質に主眼を置くならばFM-P L L、劣悪条件下での通話可能な確率に主眼を置くならば $\Delta M/DPSK$ がそれぞれまさるといえる。ただし、劣悪条件下での通話可能性の点からは、図3.5.1でわかるようにP DM(Pulse Duration Modulation)がさらに有利である。

なお、FMの場合の受信方式としてはPLL以外にFMFB(FM負帰還方式)も考えられる。

また、衛星電力の有効利用のためにVoice Activationの採用が提唱されている。

#### 3.5.2 電信及びデータ変調方式

ディジタル変調方式としては、一般には誤り率とバンド幅の点から4相DPSKが多く用いられるが、海事衛星の場合はバンド幅の制約が比較的少ないので、4相よりも簡単な2相( $\pm 90^\circ$ )DPSKの方が適当である。

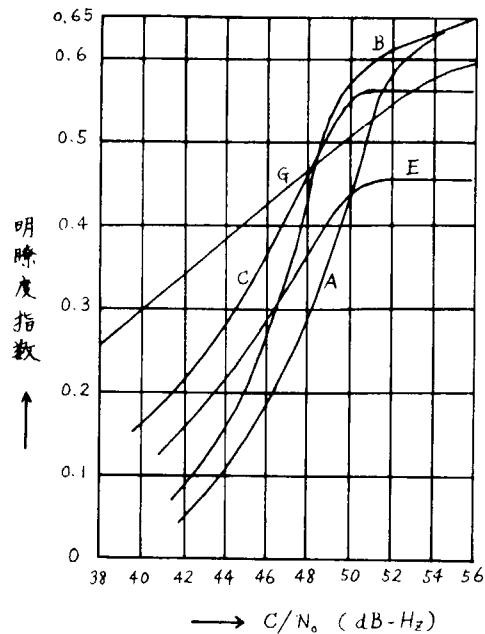
一方、気象衛星のデータ収集システムではデータ変調方式として、同じ2相ではあるが $\pm 70^\circ$ PSK方式を用いている。 $\pm 90^\circ$ DPSKと $\pm 70^\circ$ PSKは、C/N対誤り率特性の点では図3.5.2に示すようにほとんど差なく、相違点を列記すると表3.5.3のようになる。

表3.5.3から総合性能としては $\pm 90^\circ$ DPSKの方が若干まさると考えられるが、2級船舶局のように特に船上装置を簡単化したい場合は $\pm 70^\circ$ PSKの方が若干有利である。

\* Doc. 8/183-E, 19 April 1972.

\*\* DPSK(Differential Phase Shift Keying)を単にPSKと呼ぶこともあるが、本節では次項で $\pm 90^\circ$ DPSKと $\pm 70^\circ$ PSKを比較する必要上、DPSKとPSKを区別する。

\*\*\* 1973 IEEE Conference Publication No.95.



$B_{IF} = 20 \text{ kHz}$

- A : FM - ディスクリミネータ
- B : FM - PLL
- C :  $\Delta M / 2\phi DPSK$ , 18 kb/s
- E : PCM /  $2\phi DPSK$ , 18 kb/s
- G : PDM

図 3.5.1  $C/N_0$  対 明瞭度指数

表 3.5.2 FM - PLL と  $\Delta M / DPSK$

項目	FM - PLL	$\Delta M / DPSK$
技術	アナログ	デジタル
変調段数	1段	2段
受信方式	PLL (位相同期ループ)	PLLによる搬送波再生後、位相検波
基準品質に必要な $C/N_0$	低い (48.2 dB-Hz)	やや高い (52 dB-Hz)
$C/N_0$ の高い時の通話品質	良い	やや劣る
$C/N_0$ の低い時の品質劣化	急激	ゆるやか
耐妨害性	やや劣る	強い
圧伸特性	2:1以上は、ひずみ等の点で問題	3:1または4:1が容易に可能
FAXまたはデータ伝送	MODEM 必要 低速(約4800 b/s)	MODEM 不要 高速(約20 kb/s)

表 3.5.3  $\pm 90^\circ$  DPSK と  $\pm 70^\circ$  PSK

項目	$\pm 90^\circ$ DPSK	$\pm 70^\circ$ PSK
変調器	平衡変調器	位相変調器
復調器	Costas Loop または Squaring Loop	単純な PLL
差動符号化	要	不要
スプリットフェイズ化	不要	要
バンド幅	狭い	広い(スプリットフェイズ化により2倍となる)
誤りの単位	2ビット(差動符号化のため)	1ビット
耐位相変動特性	強い	弱い
無変調搬送波送信	不要	要(搬送波同期引込のため)
耐非直線歪特性	やや弱い	強い

### 3.5.3 誤り訂正方式

AM音声およびFAXの伝送には誤り訂正是不要であるが、電信・データに対しては誤り訂正を行なう必要がある。訂正の方式としては、誤り訂正符号を用いる方式と誤り検出によるARQ(再送要求)方式が適当であるが通信回線が全二重回線の場合には後者によるのが適当であろう。

誤り検出方式には各種の方式があるが、伝送効率と誤り検出能力の点から巡回符号(Fire符号)を用いるのが適当と思われる。ただし、具体的な符号選定は回線の誤りパターンに適合させることが重要なので、MARI-SATの実回線でのデータ等を今後十分調査する必要がある。

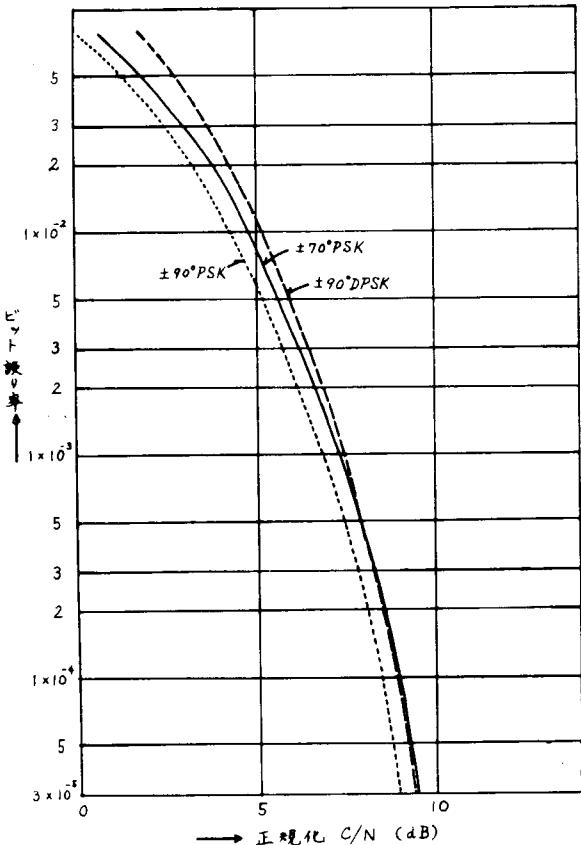


図 3.5.2 正規化 C/N 対 ビット誤り率

### 3.6 海事衛星の公共的利用技術

#### 3.6.1 遭難通信

海事衛星を通じて行われる遭難通信にはつきの3つが考えられている。

- (1) 本船が遭難時に地上局との間で交信する双信
- (2) 本船が遭難時に地上局に向けて単信で行う遭難通報
- (3) 残存艇および救命いかだなどのためにEPIRBを使って行う単信の遭難通報

このうちの(1)は通常の公衆通信回線を優先アクセスで使って行われることになると思われるので、アクセス制御技術以外に特にシステムとして問題にするところはなさそうであるが、船舶の遭難時にどんなときでも船上のアンテナを衛星に指向して保持できるかについて十分な検討が必要であろう。(2)の単信は(1)のアンテナの指向が困難となった時点以後に行われる低速の電信による遭難通報で、IMOの報告書では衛星に大きな負担なくこのための2~3の専用チャネルが設けられるかも知れないとおりこのための船上アンテナはプロードビームのものが望ましいとしている。このアンテナの記述は第5回のパネルで日本の主張にもとづいて挿入されたものである。この場合の遭難通信は送信しつづけになるが、何等かの形で救難出動状況を遭難船に通報することの必要性とその方法について検討する必要があろう。

(3)のEPIRBによる遭難通信は406~406.1MHzで行われることになっているので、これを実施するためには衛星上にこのための特別の中継器をあらかじめ搭載しておかなければならぬ。公衆通信の中継を主体とし、システムの経済的運用のみを考えたシステムになったときには、このような収入の得られない設備が衛星上に備えられるかどうかが問題であろう。EPIRBの送信周波数が400MHz帯を使用しているので、その送信出力は5W以下になる。この場合、EPIRBの名から示すようにその遭難位置を示すためには、EPIRBがオメガ航法信号を受信し、それを再送信することによって地上局でEPIRBの位置を求める方向が考えられている。そのようなシステムはGRAN(Global Rescue Alarm Net)と呼ばれオメガシステムの位置のアンビギティを除くための10.2, 11.33および13.6kHzにつく第4の周波数の送信実験を含めアメリカが中心になって実験が行われている。

何れにしても衛星による遭難通信システムは、在来の地上系の遭難通信システムおよび捜索救難通信システムと当分の間共存することになるので、その間のインターフェースあるいは船上設備に対する配慮などについて十分検討する必要がある。

#### 3.6.2 無線測位

海事衛星による無線測位は、地上局から衛星経由で船舶に船舶の識別信号(番地コード)と測位信号を送り、その信号に直ちに応答して再送信される船舶からの測距信号を再び衛星中継で地上局に戻すことにより、地上局で衛星と船舶との距離を求める方法になると思われる。この場合、船舶の位置を求めるには2個の衛星が必要で、そのためには各大洋に2個ずつ衛星を打上げなければならない。それがIMOでシステムの第一段階から無線測位を行わない第一の理由になっている。ただし、各大洋に2個目の衛星を打上げることは1個の衛星が食のときの代替用あるいは予備衛星として必要なこともあるので、そのような目的で打上げが行われ、それが無線測位用に使用されることも考えられる。(この場合、1個の衛星が故障すると無線測位はできなくなるという問題は残る)

無線測位で問題になるのは測位精度で、IMOの報告書では1~2海里、交通輻輳海域ではさらに精度良く、となっているが、技術的にはこの値を0.5海里程度まで向上させることは余りむずかしくないと考えられる。なお、静止衛星を使用する限り赤道をはさむ $5^{\circ}\text{N} \sim 5^{\circ}\text{S}$ の地帯では緯度方向の位置を求めることができないが誤差が大きくなる。

システムが測位機能をもつためには、地上局に測位信号発生のための装置およびその信号を使って電波伝搬時間を測定するための装置ならびに電子計算機が必要である。電子計算機は測位を行う船の順番をきめ(普通

1時間1回程度、遭難船舶があったときとか、船から測位を要求されたときの割込みも行う），その船の識別信号を測距信号と組合わせる役をするとともに測距データから船位の計算も行う。毎秒1～2回の測位は可能と見られるので、1時間当たり1チャネルで数千隻の船に対する測位ができる。

船上装置には測位用の装置を付加する必要があるが、衛星には特に装置上の改造はいらない見込みである。測位用のチャネルを専用の通信チャネルと別個のものとするか、通信チャネルを共用するかは、技術的には何れも可能と思われるが、その選定は今後の問題である。

無線測位を行うに当って問題となる点はつきのとおりである。

- (1) 衛星の配置をどうするかで測位に使う2衛星の間隔を広げるほど測位精度は良くなるが、半面そのカバレージは各衛星のカバレージの重複部分であるので、間隔が広がるにつれて狭くなる。普通 $10^{\circ} \sim 20^{\circ}$ の経度差に静止衛星を置くことになるであろう。また、衛星から船への測距信号の送信は、2個の衛星から別々に行なう方が測位精度が良くなるが、衛星電力の節約の面から1個の衛星のみを使い、船からの応答信号のみ2衛星経由となるであろう。
- (2) 測距信号の方式を如何に選ぶかであって、これにはいろいろな測距信号方式が提案されており、そのうちの一部は衛星を使っての実験も行われている。何れにしても狭い周波数帯域で精度の良い測距ができ、かつ測定が短時間で行える方式が選ばれるであろう。
- (3) アメリカではAMVER(Automated Mutual Assistance Rescue System)と称する船位登録システムがあり、これに参加する船舶は毎日その位置通報を無線回線で行い、コーストガードの電子計算機中に登録され、遭難があれば直ちに付近を航行中の船舶が抽出され指令が発せられる。海事衛星の無線測位は、航行の安全および最適航法上の役に立つ以外このよう救難システムとしての役も果すよう考慮すべきである。なお、漁船など、むしろその船位を他に知られたくない船に対する処置も考慮されるべきであろう。

### 3.7 電波の海面反射の影響

海事衛星で当面、衛星と船舶の間に使用される無線周波数であるLバンドは、まだ実績は少ないが、データ的に見て電波伝搬上の不安定さはさほど大きくなく、それにともなう回線設計上のマージンもさほど大きくとる必要はないようであり、また、無線測位での測距誤差もおそらく20m以下ですみそうである。最も問題になると思われるは、衛星からの直接波と海面反射波との干渉問題、多経路伝搬問題であり、船から見た衛星仰角が低く、かつ、海面が静かなときにはある程度の影響が出ると思われている。これについては、昭和50年度以降本研究部会でも研究の重点にしているので、その解説などもつきの報告にゆずることにする。

### 3.8 海事衛星計画

#### 3.8.1 アメリカの海事衛星システム(MARISAT)

本システムは、アメリカのComsat General社がアメリカ海軍から受注した海軍衛星通信システム用の衛星に海事衛星システム(MARISAT)用の送受信機とアンテナを搭載しておき、海軍の通信と海事衛星サービスを行うものである。この共用衛星は次期の海軍用通信衛星の打上げまでのギャップを埋めるためのものであるからGAPSATとも呼ばれている。次期海軍用通信衛星が打上げられるとMARISATは海事専用に切換えられる。

以下、箇条書で概要を説明する。

##### (1) 事業計画

###### (a) 事業体

次の4社が共同で運用する。

Comsat General 社 (出資率: 約 80 %)

RCA Global Communication 社 (約 12.5 %)

Western Union International 社 (約 4 %)

ITT World Communication 社 (約 3.3 %)

(b) 投資総額 約 73.4 百万ドル

(c) 衛星打上げ 1974年秋 (この予定から 75 年中頃以降に遅れている)

(d) サービス開始 1975 年予定

(e) サービス区域 大西洋海域 (海岸局: コネチカット州サウスベリ)

(図 3.8.1) 太平洋海域 (海岸局: カリフォルニア州サンタ・バウラ)

(f) 取扱船舶数 2,000 隻 (各海域、アクセス条件から)

(2) 提供サービス

(a) サービスの種類

電話 高品質回線

テレックス 50 ポート 2 重回線

電信 50 ポート 単信回線 (船発)

ファクシミリ アナログ方式、デジタル方式

高速データ 4.8 kb/s 双方向

船からの情報検索

遭難通信 優先コードで即時接続

救難通信 優先接続

放送 船団、海域等の一斉呼出し

(b) 回線品質

電話 S/N 平均 28 dB以上

テレックス 誤り率 最悪  $10^{-5}$  (平常  $10^{-7}$  以下)

(c) 回線数 (低電力時)

電話 1 回線

テレックス 2 2 回線

予備 テレックス 2 2 回線相当

システムの運用開始当初は、衛星電力の大部分を海軍通信システムが使用するため、海事衛星システムは低電力で上記数しか回線がとれない。

(d) アクセス成功率 (船からの通話要求が他と重ならず受信される率)

99% (各海域 2,000 隻、3.7 通話/船/日、最繁時には 1.6 倍となるとして)

(3) システム・パラメータ

(a) 使用周波数

通信系

船舶 → 衛星 1638.5 — 1642.5 MHz

船舶 ← 衛星 1537 — 1541 MHz

海岸局 → 衛星 6420 — 6424 MHz

海岸局 ← 衛星 4195 — 4199 MHz

コマンド、測距 6172.5 — 6176.5 MHz

トラッキング・ビーコン 1541.5 MHz

テレメトリー・ビーコン 3945.5 MHz, 3954.5 MHz

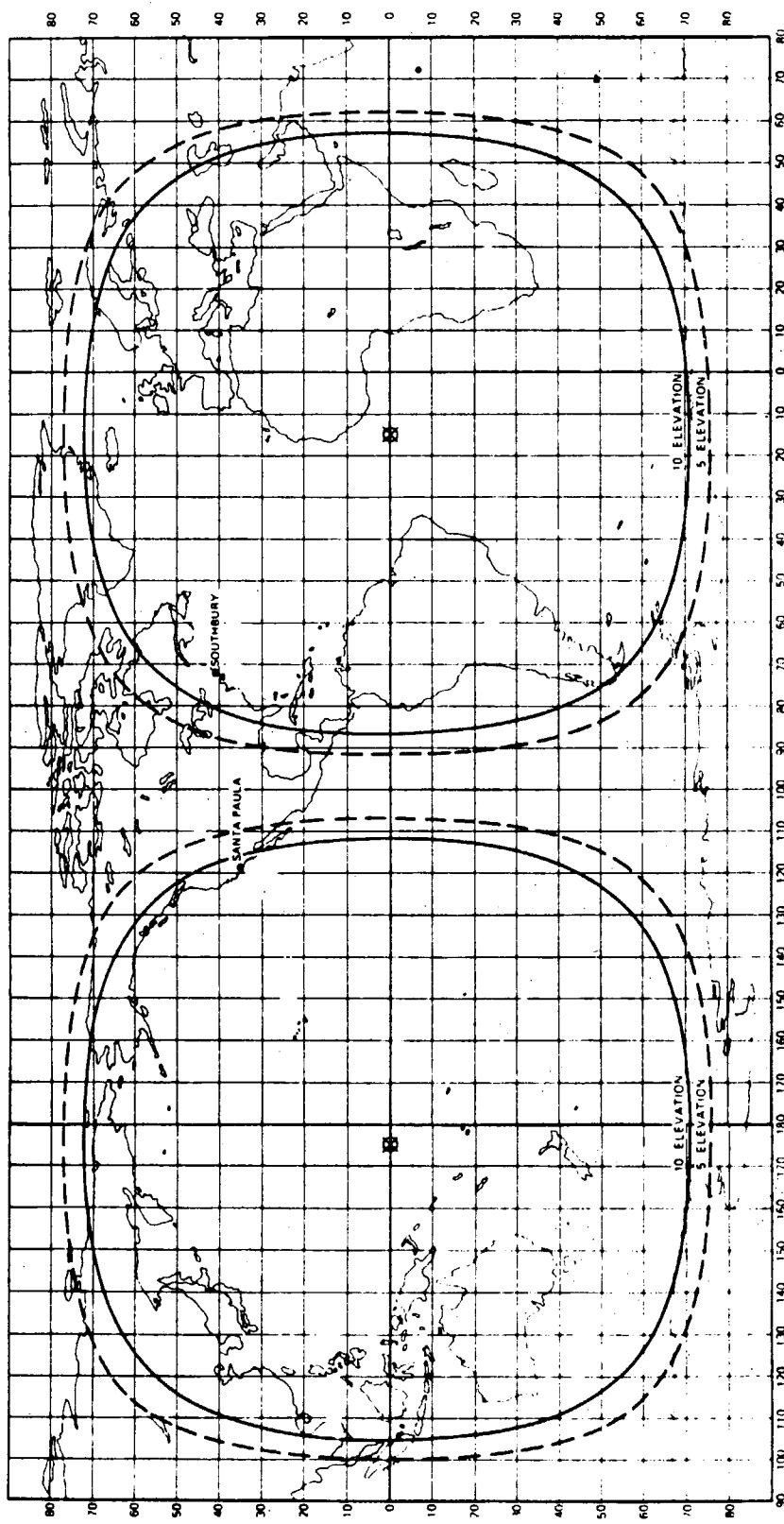


FIG. 3.8.1 Coverage Areas

(b) 衛星 E. I. R. P. (仰角 5° のビーム縁で )

	衛星 → 船舶 ( L バンド )	衛星 → 海岸局 ( C バンド )
低電力時	2.0 dBW	18.8 dBW ( 運用開始当初 )
中電力時	2.6 dBW	18.8 dBW
高電力時	2.9.5 dBW	18.8 dBW

(c) 端局特性

船舶局	E. I. R. P.	3.7 ± 1 dBW
	G/T	-4 (dB-K) 以上
	アンテナ	1.2 m φ バラボラ ( 図 3.8.2 )
		利得 21 dB 以上
		安定化, 追尾 4 軸制御
		レドーム 使用
	高出力増幅器	完全固体化
	低雑音増幅器	完全固体化
海岸局	E. I. R. P.	8.7.5 dBW ( 最大 )
	G/T	31.4 (dB-K)
	アンテナ	1.3 m φ バラボラ

(d) 回線配置

海岸局 → 船舶局

- 1 音声回線に 1 波
  - アクセス制御と低速データを 1 波に TDM 多重化
- この TDM 波は 1 局に 1 波

船舶局 → 海岸局

- 1 音声回線に 1 波
  - 低速データを 1 波に TDM 多重化
- 以上な海岸局 → 船舶局の波と対になる。
- 共通要求回線 ( ランダム・アクセス )

(e) 変調方式・伝送特性

音 声	狭帯域 FM	最大偏移 12 kHz
音 声 帯 域		3 kHz
回 線 品 質	海岸局 → 船舶局	船舶局 → 海岸局
C/N	50.4 dB-Hz	52.4 dB-Hz
S/N	28.0 dB	31.0 dB
データ	2 相 PSK	
		海岸局 → 船舶局 船舶局 → 海岸局
多重化伝送速度	1200 b/s	4800 b/s
回 線 品 質		
C/N	46.4 dB-Hz	52.4 dB-Hz
誤り率	< 10 <sup>-7</sup>	< 10 <sup>-7</sup>

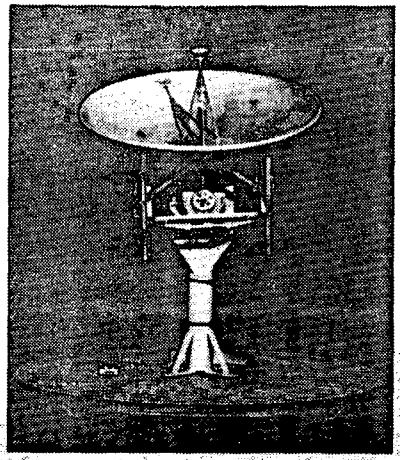


図 3.8.2 Marisat Antenna

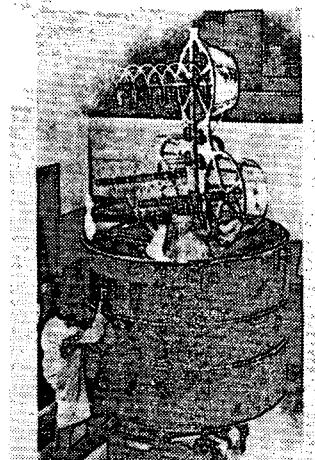


図 3.8.3

#### (4) 衛 星 (図 3.8.3)

型 式	スピニン安定型(円筒型)
大 き さ	直径 約 2.2 m, 高さ 約 3.8 m
重 量	320 kg (軌道上)
太陽電池電力	約 300 W (寿命時)
打上げロケット	ソーデルタ 2914

#### 3.8.2 MAROTS計画

欧洲宇宙研究機関 (E S R O) の理事会は、1973年7月実験用海事衛星 MAROTS計画を承認した。この計画に必要な経費はフランス、ドイツ、ベルギー、イギリス、イタリアなどの各国が分担するが、イギリスが全体の56%を負担するといわれている。MAROTSは欧洲の地域通信衛星の実験衛星であるOTS (Orbital Test Satellite) のバスに海事衛星のペイロードを搭載する形で開発されることになっている。

MAROTS 計画の目的は海事衛星に関する実験データを取得し、予備運用的な経験を得ることであり、IMOで検討されている諸仕様に準じてそれらが行われる。実験の目的にはつきのようなものがあげられている。

##### (1) 一般通信

- 各種船上端局の評価
- 各種の信号品質、変調、信号対雑音処理技術などに対するLバンドの船舶対衛星の電話および電信回線の評価
- 公衆電話および公衆電報網との接続
- 多元的に船と陸上局とを衛星通信で接続すること

##### (2) 遭難、捜索、救助および安全通信

- 遭難通信の直接優先接続技術の評価
- E P I R B (非常位置表示無線標識) を含む特別の遭難用装置の評価
- 全船への情報の放送および個々の船への衛星経過の最適航法の実験

### (3) 無線測位

#### (a) 1本の位置の線を求める形での測距技術の評価

衛星は1977年秋に大西洋上(12.5°Wといわれる)の静止位置に打上げられる予定であるが、ESRO関係者の話では日本が地上局設置を含めて実験に協力する意志があれば、衛星をインド洋上に移動させる可能性もあるとしている。MAROTSのバスは3軸姿勢制御の衛星で約52kgのペイロードの搭載が可能で、寿命末期での直流電力は330W(DC、寿命3年のとき)、また、MAROTSの設計寿命は7年とするともいわれている。

使用周波数は、

地上局から衛星	1 4.4 9	—	1 4.5 GHz
衛星から地上局	1 1.6 9	—	1 1.7 GHz
船から衛星	1.6 4 1 5	—	1.6 4 4 5 GHz
衛星から船	1.5 4 0	—	1.5 4 2 5 GHz

であり、陸岸から船へは2.5MHz、船から陸岸へは3MHz幅のトランスポンダを使い、一方、地上局間の連絡用に0.5MHz幅のトランスポンダを使う。衛星の送信電力はLバンドはトランジスタ増幅で約100W、11GHzの準ミリ波は20W以下のTWT増幅とする。アンテナは両バンドともグローバルビームであるが、Lバンドは成形ビームとしてビームエッジの利得17.6dB、11/14GHz帯は、エッジ利益16dBのアンテナ利得である。衛星の外形を図3.8.4に示す。

この衛星を中継する通信回線にはつぎの6種類が考えられている。

- (i) バンド幅40kHz、C/N=5.2dB-Hzの地上局から船舶向けの音声およびデータ回線
- (ii) バンド幅400Hz、C/N=3.2dB-Hzの地上局から船舶向けのテレプリンタおよびテレックス回線
- (iii) バンド幅40kHz、C/N=4.9dB-Hzの地上局から船舶向けのアクセス通信用の回線
- (iv) 船舶から地上局への(i)と同じ特性の音声およびデータ回線(この回線のうちの1回線はアクセス通信用に、もう1回線は遭難信号用に用いる)
- (v) 船舶から地上局向けの(ii)と同じ特性のテレプリンタおよびテレックス回線
- (vi) 海事業務地球局と衛星管制施設間の音声およびデータ回線(C/N=5.5dB-Hz、バンド幅80kHz)

船舶から地上局向の回線は低電力遭難信号中継に必要な直線性を有し、簡単なEPIRBまたは低電力の船舶局からの通信の即時処理の実験ができる。

地上施設は図3.8.5に示すような構成で、当初海事衛星用地上施設は欧州に一組は設けるが、その追施も可能である。海事業務地球局(MSET)は、海事衛星通信センター(MSCC)と衛星との間のすべての通信および測距信号の送受を行い、MSCCはすべての通信の収集、配分調整、MSETへのアクセス、測距などの指令を出す。衛星管制施設は欧州に一式を設け、衛星管制センター(SCC)は衛星管制地球局(SCET)を経由して衛星のテレメータ、トラッキング、コマンドおよび回線校正などを行う。

船舶局の特性は、標準受信機でG/T=10dB(利得約18dB、雑音温度600°K)、標準送信機のEIRPは、音声/データ回線30dBW、テレプリンタ/テレックス回線20dBWである。

#### 3.8.3 INTELSATの研究

INTELSATは協定により活動範囲の中に移動体への公衆通信業務を提供し、また、要請に応じ一定の条件の下で無線航行業務を含む特殊電気通信業務を提供できることになっている。海事通信業務を行際の技術上、運用上の諸問題とその経済性に関し、1978年以降研究を行っている。現在もまだ研究が続けられている段階で、その研究を実際の衛星打上げ計画にまで進展させているわけではないが、検討は海事用の専用衛星にするかあるいは現在計画中のINTELSAT V号衛星を固定通信と海事通信の共用システム(Shared System、IMCOではMultipurpose System多目的システムといっている)との比較が行われている。

これらの結果の一部は前述の IMO の報告書にも若干の条件を変更した形でとり入れられている。しかし、V号衛星を海事用と共に用いたとき海事用の中継器をV号衛星にのせるための追加経費のみを所要経費とし、海事業務を行うことによる固定業務の減少分〔V号衛星に搭載サイクルミリ波中継器のチャネル容量(14,000回線)の1/4ないし全部(海事通信の仕様、とくに船舶局アンテナのG/Tによる)〕を考慮していないと思われる点が問題である。

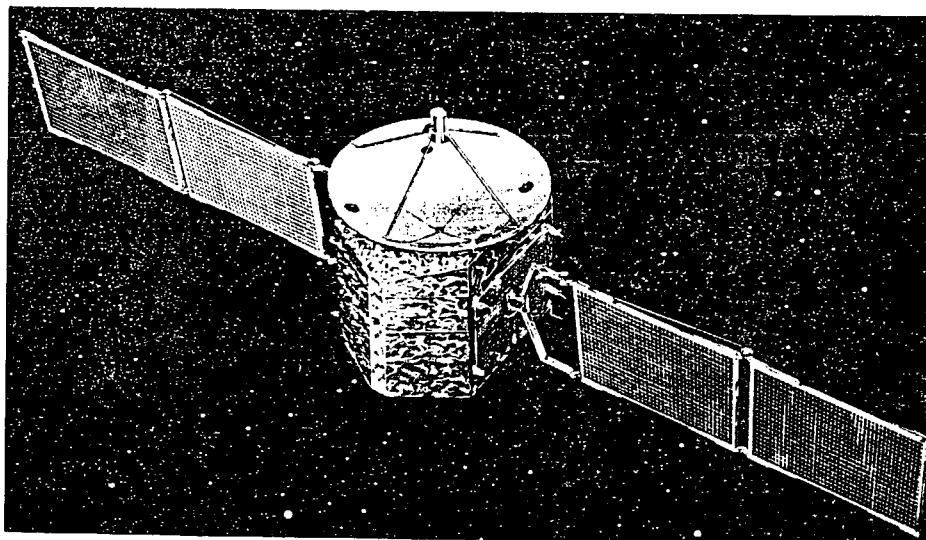


図 3.8.4 MAROTS 衛星

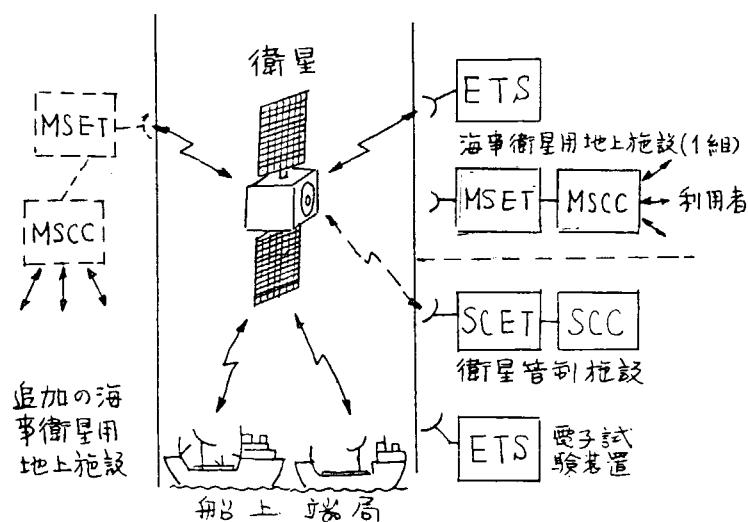


図 3.8.5 MAROTS 計画の地上施設

## 4. 海事衛星システムに関する意識度の調査

### 4.1 調査の目的

昭和49年度においては、学識経験者、関係官庁、各種協会、船主、造船所、関連メーカーの方々が海事衛星に対し、どの程度の認識を持っておられるか、また、どういう意見をお持ちかを今後行う研究の参考とするため、アンケートを出し調査を行った。

### 4.2 アンケート内容

アンケート内容については、7月22日第4回幹事会において検討を行い、4.4節の質問1～8のごとく決定した。

### 4.3 アンケートの依頼先及び回答状況

発送先については8月5日の第5回幹事会において検討を行い決定した。

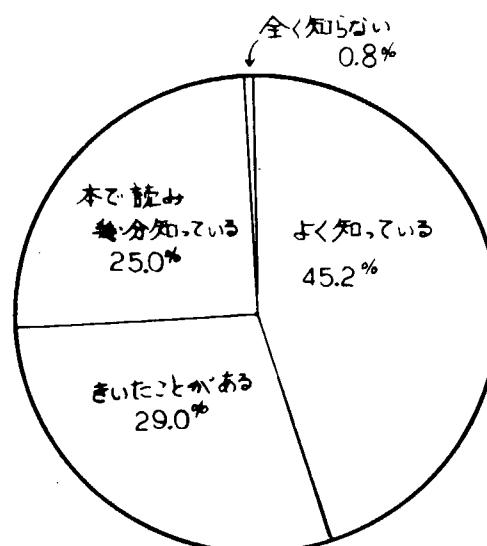
発送先を大別すると次のとくなる。

対象	配布数	回答数	回答率
船主	38	24	
各協会	12	2	
関係官庁	31	18	
造船所	60	40	
学識経験者、その他	63	40	
合計	204	124	60.8%

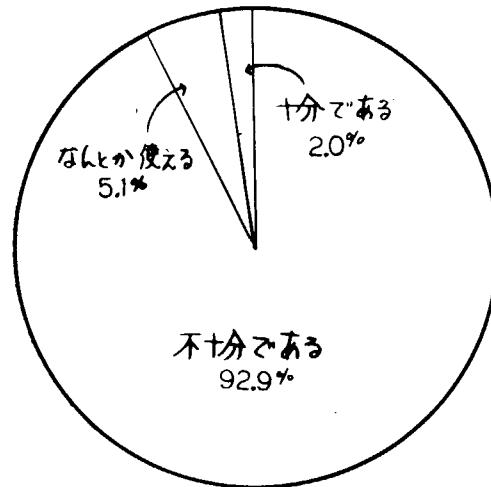
### 4.4 アンケート結果

アンケートの結果を以下に示す。

質問1. IMCO海事衛星を御存知ですか？

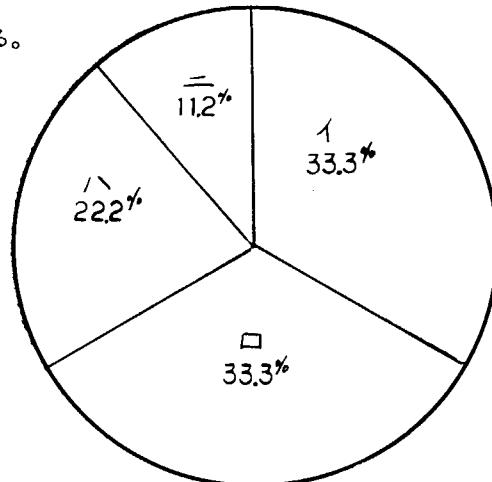


質問2. 現在の短波通信を主としたシステムは現状で十分ですか？



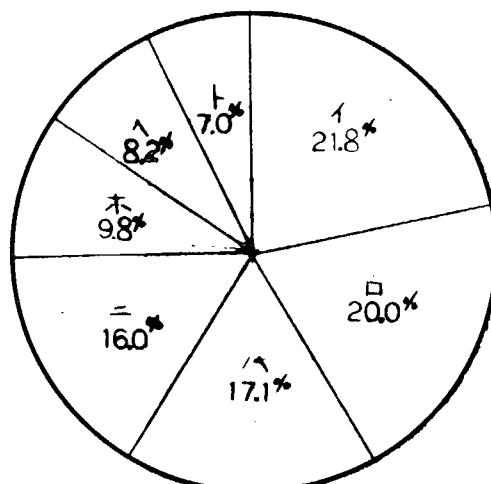
質問2-1 十分である理由は？

- イ：十分でないが比較的低廉だから使う。
- ロ：その他
- ハ：通信衛星利用はまだ問題が多く先の話である。
- ニ：まだ当分短波システムは使える。



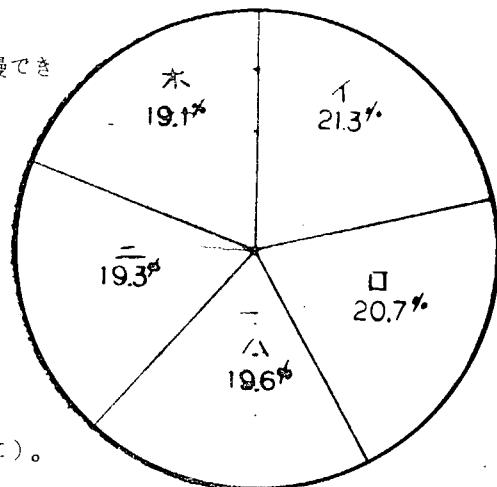
質問2-2 不十分である理由は？

- イ：通信の信頼性品質が悪い。
- ロ：混雑している。
- ハ：自動化がしにくい。
- ニ：通信の範囲が十分でない。
- ホ：現在は不十分でないが近い将来行きずまる。
- ヘ：その他
- ト：電力不足



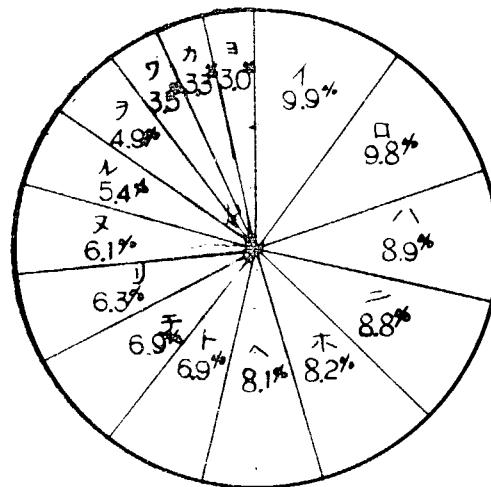
質問 2-3 なんとか使えるという理由は？

- イ：混雑しているがまだ使える。
- ロ：通信の範囲もまがりなりにも全世界と通信できる。
- ハ：通信の信頼性品質等、現状で我慢できる。
- ニ：衛星通信は費用がかかるから短波通信で我慢できる。

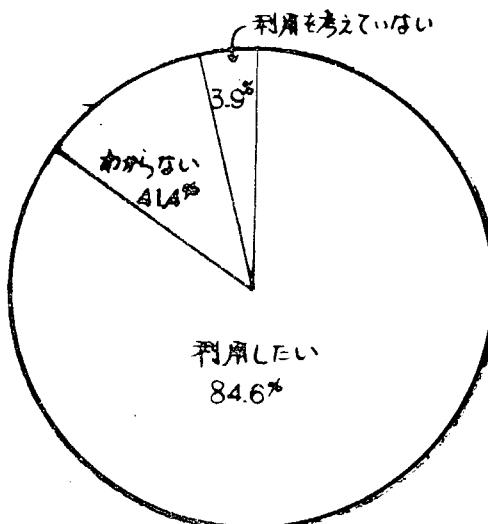


質問 3. 海事衛星システムに何を期待するか？

- イ：陸岸局と即時に結びたい（短波のように待たずに）。
- ロ：事務所や自宅とダイヤル通話で結びたい。
- ハ：テレックス
- ニ：安全及び遭難通信業務
- ホ：データ伝送
- ヘ：位置決定システムをぜひ入れたい。
- ト：遭難発見システムと結びつけて欲しい。
- チ：ファクタス（気象その他）
- リ：気象状況を考慮した最適航路を知る。
- ヌ：TV受像
- ル：医療上の勧告も入れたい。
- ヲ：省力化、無人化
- ワ：人間性改善のため
- カ：ラジオ受信
- ヨ：定時通話を確保したい。

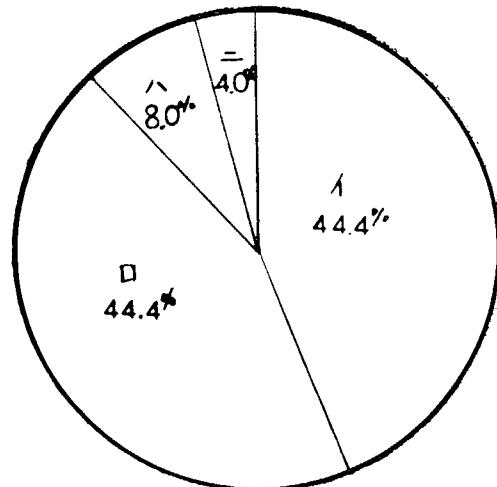


質問 4. 海事衛星システムが完成したら利用しますか？

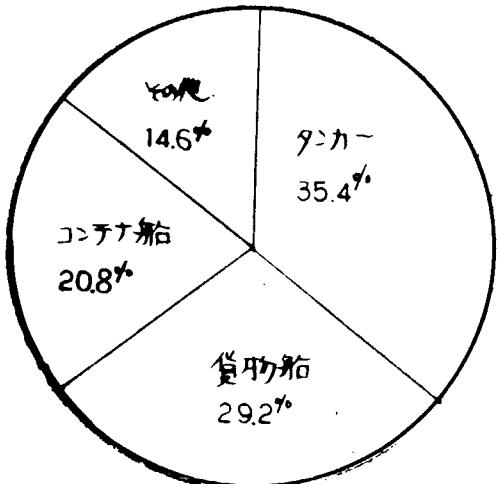


質問4-1 利用する理由は？

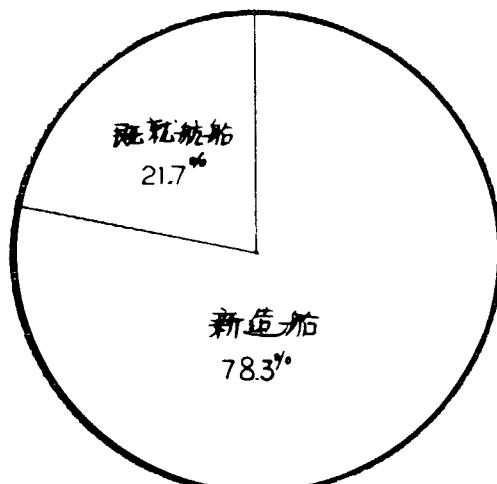
- イ：現在はとも角将来衛星通信となるから
- ロ：衛星通信は有利だから
- ハ：その他
- ニ：経済性よりも人間性向上のため



質問4-1-1 装備する船は？

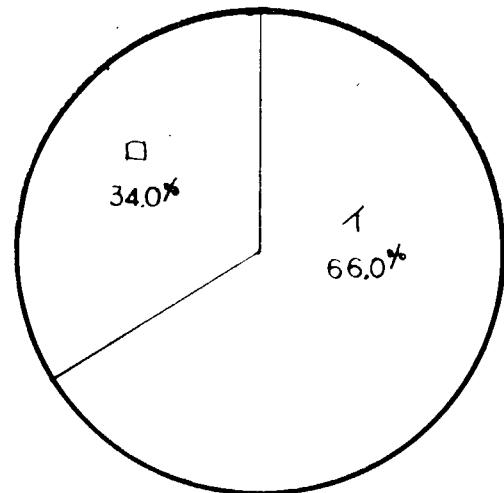


質問4-1-2 装備するのは？



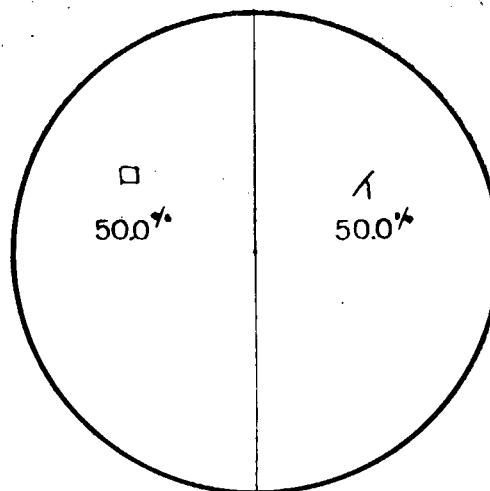
質問 4-2 利用するかどうかわからない理由？

- イ：現段階では軽々しく決められない。  
ロ：まだ不明確で予想できない。

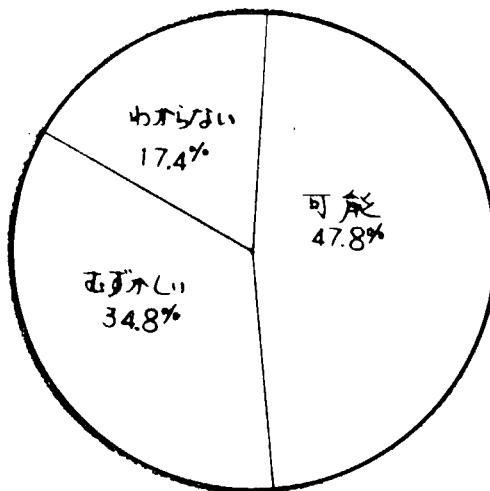


質問 4-3 利用を考えていない理由？

- イ：経済的に成り立ちがたい。  
ロ：衛星通信容量と通信の種類が不足



質問 5. 現在の船舶に高利得指向性アンテナの装備は可能だと考  
えますか？

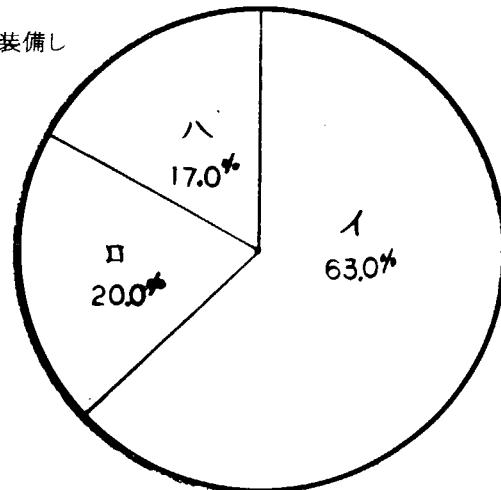


質問 5-1 装備可能と考える理由は？

イ：現在の技術なら十分できる。

ロ：その他

ハ：十分な信頼性はなくとも高利得アンテナを装備して通信の質・量を向上すべき



質問 5-2 装備がむずかしいとする理由は？

イ：振動、動搖に対して耐えられない。

ロ：その他

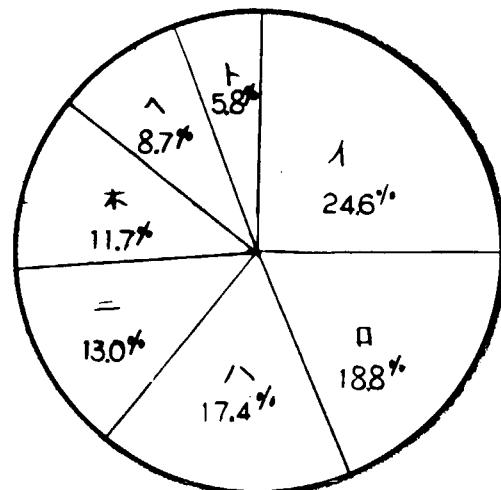
ハ：十分な信頼性が得られない。

ニ：船の旋回に対し追従し得ない。

ホ：保守、整備が十分に行えない。(機械的)

ヘ：保守、整備が十分に行えない。(電気的)

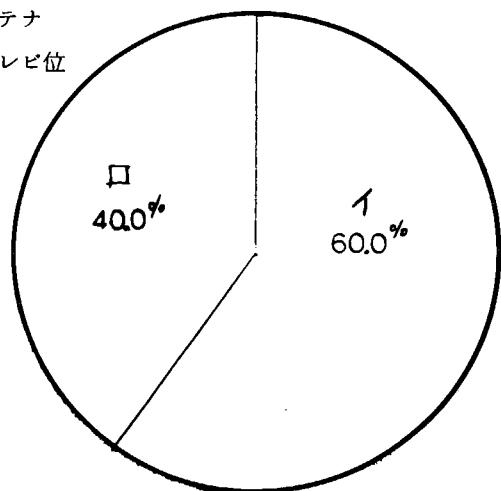
ト：船舶のジャイロでは精度不十分



質問 6. 海事衛星用船上アンテナについて

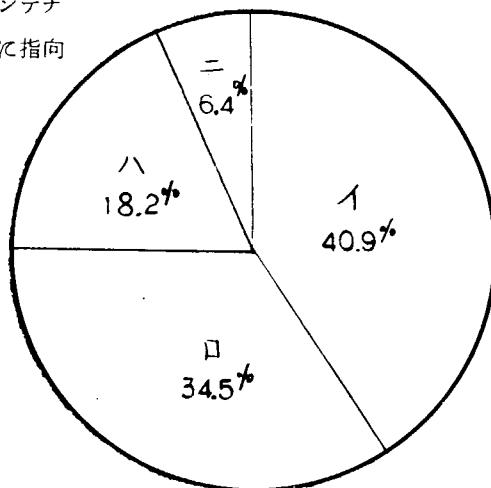
イ：現在の衛星事情よりして、船舶に高利得指向性アンテナ（利得15 dB以上、大きさとして1mØのパラボラアンテナ）の装備やむを得ず。

ロ：一般的船舶に搭載しやすい低価格、低利得アンテナ（利得6 dB程度、ビーム巾 60°程度でUHFテレビ位のアンテナ状のもの）



質問7. 船上装備のアンテナはどれが良いと思われますか？

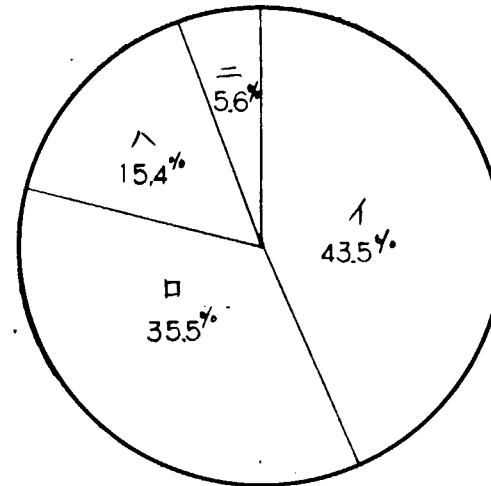
- イ：固定アンテナで電気的に指向性を変える。
- ロ：機械的に指向する高利得（15dB以上）ビームアンテナ
- ハ：水平面は機械的な指向性とし、垂直面は電気的に指向性を変える。
- ニ：固定アンテナでビームをスイッチで切り替る。



質問8. 海事衛星を利用する船舶の将来展望

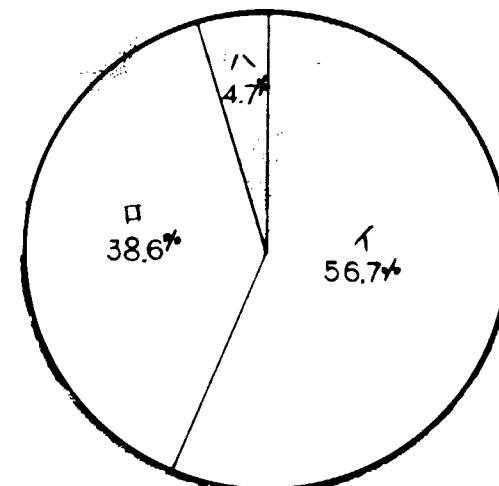
1. 1980年ごろ

- イ：大型新造船に採用される。
- ロ：一部の特殊船に利用されるだけ
- ハ：実験の段階を出ない。
- ニ：広範囲の各種の船舶に使用される。



2. 1990年ごろ

- イ：10,000トン以上の新造船にはほとんど採用されている。
- ロ：既製の旧船舶にも採用され始めている。
- ハ：1980年ごろとあまり変わらない。



以上の結果を要約すると、現在の短波通信については 92.9% の方々が不満を持ち、海事衛星システムが完成したら 85% の方々が利用したいという結果を得た。

船上設備についても従来問題とされていた高利得アンテナの装備について 60% の方々が装備やむを得ずと考えており、68% の方々が現在の技術なら十分できると思っておられる。

これらをまとめると、衛星通信に対し従来の短波通信の現状を打破し、もっと近代にマッチした通信システムの完成を希望し、そのためには多少の犠牲、冒険もいとわないとの結論と思われる。しかし、4.5に述べるコメントには重要な示唆が多く含まれており一考に値する。

## 4.5 コメント集

アンケートご回答された各位のご意見をまとめてみた。

### 4.5.1 Needs

- (1) 即時リアルタイムの通信が確保できれば、船は単に輸送機関でなく、営業業務の一機能を持ち得るはずで現在の機能やシステムをより合理化して生産性を向上できると思われる。
- (2) 通信衛星の業務はどんなものを扱うか、価格は幾ら位か、未決定の要素が多いのではっきりした意見は言えないが、利用する側の要望としては、電話が自由に掛けられること（直通ダイヤル通話が理想）、テレックスによる電報の自動化、Fax の完全受信可能、この位の機能がないと利用価値はない。
- (3) HF（例  $9\text{MHz} < f < 23\text{MHz}$ ）の船舶通信への活用について見直しをするべきで、これにより 100～1000トン級の通信を確保することができないかの検討をし、否ならば衛星の構想（目標）をこの範囲にも及ぼせることを主たる目標とすべきと思う。
- (4) データ転送も将来起る可能性が大きいので、このシステムは是非折込むようにしたい。
- (5) 情報は正しく伝えることが何より大切である。情報の伝達、受信が図面を介して行われることが正確さを増すことになる。機関部の故障になったときの対策が十分打てるためにTV受像と併用が望ましい。（情報の時間、即時、正当性）
- (6) 本通信システムが完成すると通信形態も変ることを予測し、需要率を考えねばならない。大巾に変るものと思われる。
- (7) 飛躍的に進歩を遂げた陸上通信系から完全に取残された海上通信は、海運のみならず世界経済の上でもその近代化は重要な課題である。

一般加入電話、テレックス、海上では沿岸船舶電話の需要、普及をみても開発当初は今日の普及を誰も想像し得なかった。

人間性、安全性の向上はいうまでもなく将来の新しい船員制度などを考えても、衛星通信システムの確保が前提となる。その意味から各国独自の衛星開発にも拍車がかかり、IMCO海事衛星も含め各機関関係者とも将来の需要調査に懸命である。現状分析の資料収集、また、本アンケートのような意識調査など、方法は別として、それなりに意義もあると思われる。船腹、トラヒックについて、将来予想などの仮定を数字で求められる場合が多々あり、これらを一般に求めることは無理と思われる。受益者は、まず運用形態、コストが知りたいので、質問者と回答者のスレ違いがある。

現在の通信疎通限界が確認され、他に方法がなければ実用衛星機能の開発、導入に躊躇の必要はないと考える。

- (8) 意志伝達の手段に対する人間の欲望は限りなく広がる。船舶上における可視距離外の通信を曲りなりにも可能とした無線電話の初期より、今まで色々な改良が技術的、システム的に行われたが、何時でも欲するときに何処からでも、何処へでも、欲する処に、速に確実に、という条件は解決されていない。この解決手段が衛星によるシステムであるとすれば、システムが開けた暁には、かなりのスピードで利用が拡大するも

のと考える。事業所においても家庭においても電話等の普及は必ずしも、所謂「ソロバン」にのみもとづくものでない点からみて、まずシステムができて開放されることが待たれる。

- (9) 船舶の海上通信系統においては遭難通信や運航通信の系統及び通信方式は旧来のままとして残し、通信内容の自由な公衆通信に新しい衛星通信システムを採用していくのが良いと思われる。特に衛星を利用するなどによって陸上局や陸上の加入電話と大洋の船舶から即時通話の出来る電話が普及することと、大洋の真中でテレビが受像できることは最も興味を感じるし、便利であると思う。このような便利で、かつ安定したものがでけてゆき、実用化されれば自から普及し、旧方式は自然に駆逐されるであろう。この段階に至ってから遭難通信や運航通信にも衛星通信を取り入れることを考えた方がよいと思われる。
- (10) 衛星通信を含む他通信系に対するTAは若干考慮する必要はあると思うが、Intelsat特に初期の古事に習い、完全に解らなければスタートしないなどと言わずに明るい面を信じて、他国、特に消極的な諸国をむしろ積極的にPRして早い時期にグローバルな海事衛星システムを実施した上で、将来次の時代に適した海事衛星システムを世界的に早く選択すべきだと信じている。
- (11) MARISATは通信の確保に焦点を合せ、あまり附加的な機能にこだわらない方が良いと思う。国家間のProjectは遅れがちである。
- (12) 実用になることが解れば急速に普及するものと思われる。Projectの遅れも考え1980年ころは実験段階とした。
- (13) 船舶士構想がとられるときに、能力の不足を補う手段として利用できる。（情報の利用）
- (14) 願くば、このIMCOの設備のために乗務員の負荷の増大を来たさぬようにしてほしい。

#### 4.5.2 費 用

- (1) 1990年の時点で採算の合うトン数に対してのみ考えられる。
- (2) 最近の電子機器技術の進歩に伴い、海底ケーブル、巨大な陸上送信と受信設備、付随人件費等の不経済さの改善は必然的に衛星通信の利用方向に向うと考える。
- (3) 各船（船主）負担で通信料で“Payする”考え方を一時保留して広報、保安のために国が経費を負担する考え方で積極的な通信衛星利用策をはかるべきである。
- (4) 100トン船までを含むという当初の目標をくずさないことが日本のとるべき考え方と思う。
- (5) 実用化には何はともあれ経済性を考えること。
- (6) 一国の利益にかたよらないこと。

#### 4.5.3 技 術

- (1) 自己位置の確認（確定）だけでなく、オーソライズされた機関での各船舶の位置の記録についてアプローチを望む。（領海の拡張とにらみ合せて）
- (2) 静止衛星で位置決定システムができるとは思わない。
- (3) 陸上でも公衆回線によるデータ通信が普及しつつあり、端末機と中央電算機との会話、ファックス、画像通信等を可能としているが、船舶のように海上で情報から孤立した輸送機関では、なおさら海事衛星システムの導入を早急に実現すべきと考える。
- (4) 通信設備の維持改善を容易にして置くこと。
- (5) 現在の短波通信は大変混雑しており、近い将来通信量も相当増えて混乱遅延すると思われる所以、現状を認識されてIMCO海事衛星システムの早期実現を期待する。
- (6) HF帯におけるSSB無線電話は限られた周波数のため大変混雑しており、遠距離からの通話が難しく、また、現在の方法では即時通信話もできず（空中状態や混雑などにより）現状で通信を担当している者としては、SSB無線電話通信に時間がかかりすぎると考える。

#### 4.5.4 船上設備

- (1) 造船所の立場から「特にアンテナの技術と装備の面で」船の旋回に高精度で追従でき、信頼性のあるアンテナの製作が一番の困難性を伴う問題点であろう。
  - (a) 必然的に高所に装備することになるので、振動の問題が重大、特に艤装上複雑な補強をしたり、取付場所に制限を受けたり、技術的な制約を伴うようでは問題である。
  - (b) 動搖や急旋回などに精度よく追従し、データ通信が誤作動なしに行えるか甚だ疑問である。従って機械的に指向させるような方式で水平、垂直の両面の指向をさせることはまず困難である。  
固定アンテナとし、指向性のみを切り替える方式とすることを造船所側からは特に強調する。
  - (c) 船はマスト、煙突など、電波的に妨害となるような装置がアンテナの回りにたくさんある。これらの影響を避けるために、かなり制約を受けることを考えねばならない。
- (2) アンテナについて、現在の衛星では大型アンテナもやむを得ないと思うが、このシステムの一般的普及のためには、小型で電子的に指向性の変え得るレドームの不要な安価なアンテナが必要である。
- (3) 海事衛星を利用するシステムの将来は全く明るいと確信しているが、新造船、既製船舶を問わず利用度の拡大を計るには、まず高利得低価格、機械的強度の十分なアンテナの開発が必要であると思う。
- (4) 小型一大型船上での利用を考えアンテナをできるだけ簡単にすること。
- (5) アンテナ制御システムに関する技術的固めもあり、いきなり高度な通信システムを狙うより、低い利得のビームアンテナ程度のものでテレタイプやテレックス通信をもっと手軽にできるようにしてほしい。
- (6) 海事衛星システムを有効に活用するためには通信量（チャネル数）を多く取ることが必要であると思う。そのためにはアンテナの問題を解決することが第1だと思う。高利得アンテナが実現でき通信容量が確保できれば、多種多様の用途が見い出せるであろう。
- (7) 高利得のアンテナの装備は船舶には難しい。十分検討を要す。
- (8) 低利得アンテナでテレックス装備を第1とすべきである。

#### 4.5.5 その他

- (1) 最小限1個の海事衛星は日本が打ち上げるような気運になるとよいと思う。
- (2) 海事衛星は、現在、郵政省の無線従事者制度に関係なく操作できることが是非必要。

### 4.6 日本との短波通信

現在の技術において、日本と直接通信しにくいエリアの集計を図4.1に示す。

### 4.7 まとめ

本アンケートに際して個人に出したのか、団体に出したのか、明確な表示をしなかったので、団体（会社）として回答された方もあり、また、わざわざゼロックスで6,7部複数回答を下さった方もあった。編集者にあたっては個人としてまとめさせて頂いた。

また、アンケート中“いくら位なら利用しますか？”について、船上設備及び通信代金に関し回答された方があつたのは、海事衛星についてまだ未確定の部分が多く明確な線がまだ打出されていないことを示している。

いずれにせよ、不十分なアンケートに対し、皆様ご熱心にご回答を賜ったことに感謝する。



図4.1 日本と直接通信していくエリア

## 5. 船舶運航システムの衛星利用分野とその予測

### 5.1 船舶通信の実態

#### 5.1.1 船舶隻数

昭和49年度現在、わが国の船舶無線局の状況は下記の通りである。

表 5.1.1 日本船舶無線局数

総トン数 用途		0 ~ 99.9	100 ~ 299.9	300 ~ 499.9	500 ~ 1,599.9	1,600 2,999.9	3,000 ~ 5,499.9	5,500 以上	合計
商 船 等	旅客船	49	60	14	38	17	12	11	201
	貨客船	16	36	24	88	23	24	34	285
	貨物船	15	85	1,227	637	416	214	787	3,381
	油送船	2	8	408	427	71	15	200	1,181
	巡視船	219	41	40	8	3			811
	その他	127	85	120	75	16	9	11	443
小計		428	815	1,833	1,265	546	274	1,043	5,702
漁 船	漁船	35,098	2,197	736	129	83	7	2	38,202
	漁貨船	16	10	34	34	52	13	37	196
	小計	35,114	2,207	770	163	85	20	39	38,398
合計		35,542	2,522	2,603	1,426	631	294	1,082	44,100

IMO報告書では、海事衛星システム対象船として100総トン以上の船舶を、さらに経済評価においては10,000総トン以上の船舶を考慮している。

海事衛星システムに参加する船舶の種類、隻数及びその推移を予測することは非常に困難な問題であるが、一応わが国では外航商船と大型漁船が対象として考えられる。表5.1.2に外航商船地域別就航隻数、表5.1.3に漁船種別隻数を示す。

表 5.1.2 外航商船地域別就航隻数

	航行地域	隻数	備考
貨 物 船 等	近海 I 区	125	韓国、中国、ソ連(アジア)等
	近海 II III 区	340	東南アジア、近海大洋州
	遠洋 I 区	363	印バ、PG、北米西岸、遠洋大洋州
	遠洋 II 区	273	中南米、北米東岸、欧州、アフリカ
	三 国 間	57	
	計	1,158	
油 送 船	東南アジア	43	
	中 近 東	116	
	北米西岸	1	
	そ の 他	3	
	三 国 間	40	
	計	208	
合 計		1,361	(3,000総トン以上)

表 5.1.3 漁船種別隻数

船種	隻数
運搬船、母船、工船	66
キャッチャ	41
遠洋底引	323
遠洋鰯鮪	980
以西底引	20
まき網	9
官公庁船	84
そ の 他	392
合 計	1,915

(200総トン以上)

これら船舶のここ数年の推移をみると、商船では特に大型外航船隻数は頭打ち乃至減少の傾向を示している。これは仕組船形態による新造船の増加、在来船の海外貿易の増加によるもので、IMO報告書記載の年3~4%の増加率は適合しないように考えられる。

漁船についても、一昨年来新造船が急激に減退しており、加えて今後の他国の海中資源保護政策による制約から大巾増加は考えられない。

大手11社を対象とした海事衛星関係アンケート結果によれば、システム開始時の合計所有隻数(推定)389隻中、当初より利用31隻(8%)、数年間内に利用78隻(20%)、不明182隻(46%)、非利用108隻(26%)であった。

### 5.1.2 通信量(公衆通信)

海事衛星の第1段階では、公衆通信の疎通改善を主要目的としているのでわが国の公衆通信の現状を電電公社及び国際電電の取扱量からみると図5.1.1~5.1.4の通りである。国内無線電報、短波、中波利用通数にみられるごとく、これら公衆通信の短波利用率は非常に高い。

全般的にみて無線電報量は横這い(外国船舶局発着信増は仕組船増によるものと思われる)、無線電話の激増傾向が現れている。

なお、大手11社アンケートによる1973年の1隻1年当たり通信量及び料金は表5.1.4の通りである。

表5.1.4 外航船通信量、料金(1隻、1年当たり)

年度			1973年
無線電報	国際	通 数 料 金 円	175 466,636
	国 内	通 数 料 金 円	347 154,047
無線電話	国際	通 数 料 金 円	11 10,632
	国 内	通 数 料 金 円	55 120,554

1隻1日当たりに換算すると

無線電報	1.3~1.4通	1,700円(5.7\$)
無線電話	0.2度	360円(1.2\$)

無線電話、特に国内無線電話については、JBO回線数の制約から本船からの呼応に切れない状況、陸上からの通話申込から接続まで平均2時間以上の待時を必要とする状況等から通話量実績より相当多くの潜在需要があるものと推定されるので、衛星通信が導入された場合、通話要求量は激増すると考えられる。

現在、外航商船では組合との協定により、内地と直接交信する海域を限定し、それ以遠の海域では指定外国海岸局を利用することを原則としているが、無線電話は可能時はできる限り取扱っているようである。

漁業関係は、各地域漁業組合海岸局式は中央漁業局との専用通信が多く、公衆通信もほとんどこれら海岸局を経由して行っている。

母船、工船では、特に通信量が多く、かつ限られた通信可能時間内に集中的に疎通させる必要があり、直接印刷電信方式が導入されている。国際通信は少い。

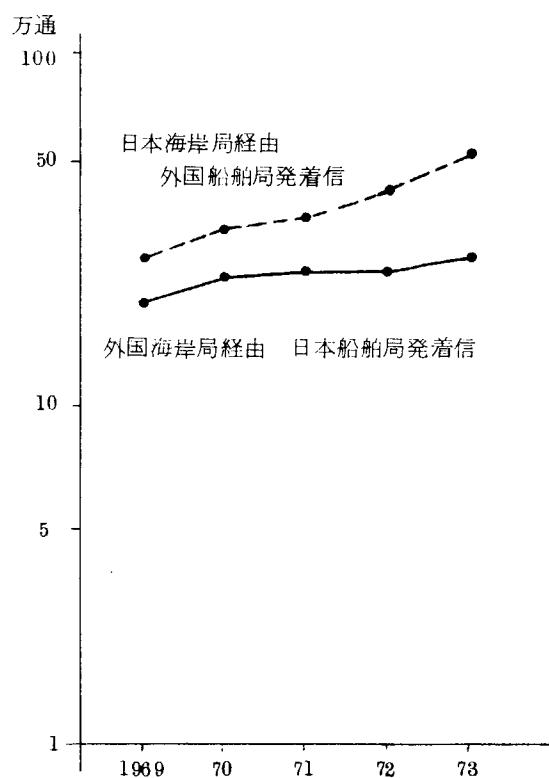


図 5.1.1 国際無線電報通数(中波, 短波)

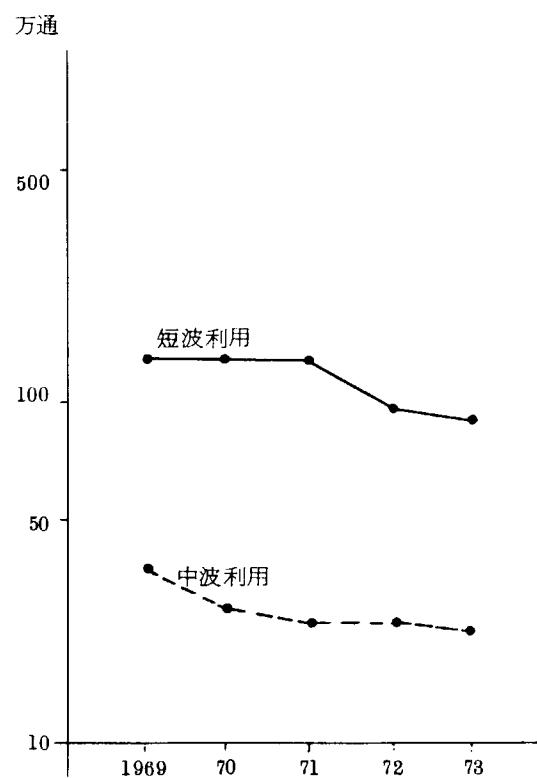


図 5.1.2 国内無線電報通数

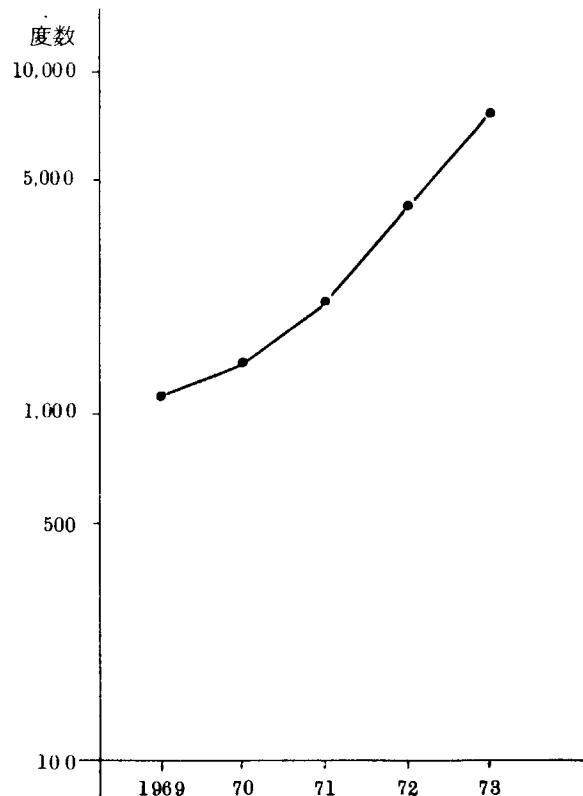


図 5.1.3 国際無線電話度数(短波)

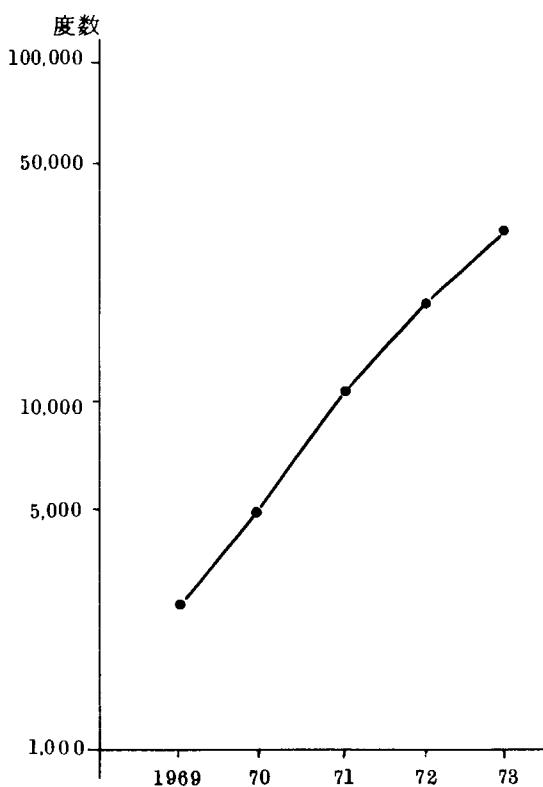


図 5.1.4 国内無線電話度数(短波)

### 5.1.3 その他の通信

船舶無線は、当然ながら海上の人命、船舶の安全のため設置されたものであり、遭難波聴取、安全関係情報受信等の業務も行っている。

現状で業務量が特に多いものは、FAXによる気象関係情報受信、新聞放送受信であり、運用時間の約80%～40%をこれに当てている。次に多いものは、自船あての電報電話の有無を知るための海岸局一括呼出の聴取であり、海岸局との連絡設定の困難さもあり、セルコールシステムの実用化が要望されている。

このほか、気象データの伝送、社船間の連絡通信等港務通信、船舶電話を除きほとんどの主要通信が短波で行われている。

日本の船舶通信の特殊性として下記事項が挙げられる。

- (1) 多くの外航船は、通信士2名で08～24時執務しているため、外国船に比し、格段に電報等の遅れは少ない。
- (2) 気象情報、安全情報等、必要情報の入手量も多い。
- (3) 和、欧文2種併用している。商船では、業務上は欧文のみでもそれほど支障はないが、乗組員、家族間通信は和文の方が望ましい。漁船ではほとんど和文のみである。
- (4) 漁船では地区別、漁種別等の時間割通信方式を採用せざるを得ないほど通信が輻輳していることが多い。他国に比し、遠洋漁業に従事する隻数が多い。

## 5.2 電話の利用

### 5.2.1 利用分野

船舶、陸上問においても公衆電話通話の需要は、年とともに増加しており、その利用目的も陸上のそれと何ら異なるものではない。現在の船陸間公衆電話の各種システムは、そのいずれも時間的、地域的制約を受け、通話品質は悪く、また所謂“ダイヤル式”にはほど遠く、利用者にとって極めて不満足なものである。

従って、隨時、高品質をしかもグローバルな通話を可能とするシステムへの要望は海運界、水産界等にとって必然なものといえる。

このような要望に応じるものとしては、本海事衛星利用のシステムしか考えられず、この実現の曉には、下記事項の諸分野に利用されよう。

- (1) 営業部門、管理部門等との諸連絡打合せ、特に船舶側でのトラブル発生時における陸上関係先との迅速、かつ綿密な連絡
- (2) 港湾関係、諸官署、代理店、造船所、メーカー及び船用品、食料品、燃料等補給関係者との連絡、打合せ
- (3) 110番式は119番的機能により、在来制度と相まって安全、遭難、及び医療通信の質的向上
- (4) 乗組員の人間性向上、特に離家庭性の救済

### 5.2.2 予測

陸上加入電話と同じように用途の多様化が進み、また船舶の陸上コントロールする傾向が推進されるため、通話需要は益々増大していくものと思われる。IMO報告書の経済評価で採用されたステップファクター2.5は若干内輪な数値と判断されるので、通話伝送路の容量は特に電話に対して余裕を持つ必要がある。

## 5.3 テレックスの利用

### 5.3.1 利用分野

現在、各企業内あるいは各企業間に大量に送受される事業用通信の大部分はテレックスであり、特に海運業のように国際関連の多いものでは海外との通信にその利用は欠かせないものとなっている。

衛星利用により、船舶が安定したテレックス網の端末として利用できるようになれば、その記録性、不在受信

可能性、高速性（モールス受信に比し）等の特性により現在の無線電報に代り、電話と長短相補いつつ船陸間により詳細、より大量の情報を伝送することになる。

利用分野としては、無線電話と同様の分野の外、各種情報放送の受信にも活用されよう。また電話よりも言語上の制約が少ない利点がある。

### 5.3.2 予測

当面、船陸間通信の主流と予想され、特に不在受信が可能な点は、船内労務にも好ましい影響を与えるであろう。

しかし、短波利用無線電信のごとく通信の主体が電話に移行、さらに将来ファクシミリ、あるいは高速データ通信に置換されるものも多いと思われるので、無線電話のごとき需要増はない予測される。

反面、小型船舶等、所謂低利得空中線装備船が多数参加する場合にはテレックス通信が主体となるため、相当の通信路容量が必要となる。

## 5.4 高速データ通信の利用

### 5.4.1 利用分野

通信と情報処理との結びつきが、現代の技術革新の一つであるといわれている海上においても、船内各種データを高速データ回線経由陸上コンピュータに伝送し、中央監視あるいは制御することが考えられる。これは現在の短波では実現困難な分野であった。

利用分野として下記諸項目が上げられる。

- (1) 運航管理（最適配船、最適航海）
- (2) メンテナンス計画管理
- (3) 保守整備援助
- (4) 船内事務作業の陸上移管（通関、荷役関係書類、乗組員関係書類作成、伝送）
- (5) 本船プラント等の状態監視、事故防止
- (6) 乗組員の健康管理

### 5.4.2 予測

高速データ通信は船舶の集中制御上不可欠の手段ではあるが、陸上中央集中制御システムの規模、内容等の具体的構想がまだ判然としない現段階では、本通信の需要予測は困難である。

## 5.5 ファクシミリその他の利用

### 5.5.1 ファクシミリ

現在船舶でのニュース、気象図が主として短波ファクシミリ放送の形式で伝送され重用されているが、衛星利用による無線電話回線が確保されれば音声通話のみではなく、所謂“電話ファックス”同様ファクシミリの送受に利用されよう。船～陸に往復する情報には図象化されたものも相当の量に上るから、必要文書、図面等の無線送受信の効果は大きい。

この場合、国内外を問わず同一方式で送受され、テレックス同様本船がその端末として送受可能であることが望ましい。

利用分野として考えられるものは

- (1) 特定ダイヤルによる気象図、海象図等の任意、必要時の受画
- (2) 特定ダイヤルによるニュースの任意な受画
- (3) 各種書類作成作業の陸上移管、同書類の伝送
- (4) 諸通達等公文書の伝達

### (5) 保船、運航上の関連図面、文書送受

であり、テレックスあるいは高速データ通信とも併用あるいは利用分野を分担して利用されることであろう。

#### 5.5.2 テレビ

山間僻地あるいは離島等の現在での難視聴者対策として放送衛星の利用が検討されているが、それと同様に乗組員にとって海事衛星によるTV放送聴視を期待するのは至極当然のことと考えられる。

現在の海上移動業務に割当てられた周波数帯幅あるいは技術的制約からこの期待が実現することは、現段階では困難であろうが、将来どの海域でもTV番組を見られる、あるいは必要画像情報を入手できるようになれば乗組員の人間性回復にとって大きな福音であろう。

### 5.6 無線測位

船舶の運航の安全を図るには、まず自船位置を正確にかつ常時把握しておく必要があり、これはまた運航能率向上にもつながることもある。

現行の遠距離用電波航法システムで得られる精度は2~3海里であり、上記目的には精度不足の場合が多い。また遭難位置通報データが不正確なため捜索に手間とり、あるいは救難できないといった事例が多く報告されており、次節遭難関係通信システムとも関連して、より高精度かつ経済的な測位システムの開発が望まれていた。

最近わが国でも利用し始めたN NSSは上記精度をほぼ満足するが、装置価格が高いこと、測定が任意の時刻に行えないこと等が欠点であり、広く普及するまでには至っていない。

海事衛星システムに測位機能を導入するためには、衛星の数を増加しなければならない等システムのコストを相当アップすることとなるが、上記の船舶の安全上の効果が大きく、かつ公衆通信に対しても衛星の予備としての効果、食に対するバックアップ等の効果が期待できるので、できる限り早い機会に測位機能の追加を実現させたい。

ただし、システムは本船側が容易に、かつ簡便に利用できる方式とし、また本船位置自動登録システム等も同時に運用できるものとして、できる限り多数の船舶が参加するようにすべきである。

### 5.7 遭難、安全関係通信

#### 5.7.1 わが国の現状

わが国の遭難周波数別船舶局数は表5.7.1の通りであり、これら周波数の無休聴取により海上人命の安全を図っているのであるが、昨今の商船乗組定員数合理化及び大型船化等に伴ない、航行船舶相互での救難能力は低下しつつあり、陸上救難体制に頼らざるを得ない傾向にある。

表 5.7.1 遭難周波数別船舶局数

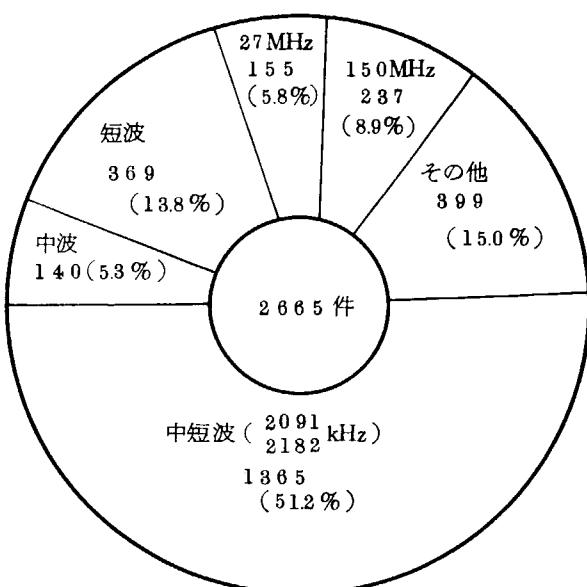
周 波 数	対 象 船 種	設 備 船 舶 局 数
電信 500 kHz	大 型 商 船 等	約 3,900
電信 2,091 kHz	大 型 漁 船 小 型 船(遭難自動通報設備)	" 3,600 ( " 23,000 )
電話 2,182 kHz	小 型 商 , 漁 船 (遭難自動通報設備)	" 11,400 ( " 200 )
電話 27.524 kHz	小 型 漁 船	" 24,000
電話 156.8 kHz	商 船 等	" 4,000
	合 計	" 46,000

一方、わが国近海での最近5カ年間の距岸別海難発生隻数の1年当たり平均値は表5.7.2の通りであり、この海難通信取扱状況を使用周波数別に示すと図5.7.1のようになる。

表5.7.2 距岸別海難発生隻数

距 岸	隻 数	率 %
港 内	853	32.2
3 海里 未満	1,005	38.1
3～50 海里	505	19.4
50～100 海里	59	2.2
100～500 海里	128	4.8
500 海里以上	89	3.4
不 明	1	0

図5.7.1 通信周波数別海難通信取扱数



これらのデータから、遠距離遭難事例が比較的少ないことが判明するが、これは遭難、救難関係遠距離通信の非重要性を示すものではない。

上記のごとく船舶相互援助体制が崩れつつある現状では、航空機による救難の必要性も増大しており、現行の複雑な通信システムと衛星通信によるシステムとの合理的な協調、統一化を図らないと今後とも必要時、無用の混乱と救難活動の遅滞を生ずる恐れがある。

### 5.7.2 遭難、安全通信システムへの利用

遭難、安全通信への海事衛星通信の導入に関するIMO報告書記載の各要件は、概ね妥当なものと考えられるので、本要件を満足する遭難、緊急、安全通信システムの実現が期待される。

ただし、遭難通信等に専用チャネルを設けず、優先即時接続を行う（船→陸回線は専用チャネルとする可能性あり）こととしているが、実際の運用上支障がないか、また、この通信に関係ない船舶の通信疎通を阻害しないか、検討を要しよう。

従来、遭難船の船位不確実あるいは通報がないため、救難に支障を來した事例が多かったことに鑑み、EPIRBを利用する場合、遭難船位置をどのようにして入るかが測位精度の問題とともに研究しなければならない。

本通信システムのごときものは、本来統一システムとして全船を対象とするのが望ましいが、通信路容量が限定されていることでもあり、現行の近距離通信システムとの調和を計りつつ、遠洋海域航行船を主対象とし、さらにできる限り小型船も包含することで計画すべきであろう。この場合、小型船にも装備し易い小型アンテナの開発が重要である。

## 5.8 運航経済への寄与度の評価

海事衛星システム導入による海運業（含漁業）界に対する経済効果としては下記事項が考えられる。

### (1) 安全性向上

航行についての各種の安全情報が、迅速かつ十分に伝達されることにより、測位精度の向上も併せ運航の安全

性が格段に向上する。さらに遭難、救難通信システムの整備により、海難等危急時迅速、効果的な救難が容易になるものと期待される。

(2) 運航能率向上

運航者にとって稼動全船舶の動静を完全に把握できれば船隊の効率的運用を計れる。特に本船停泊中でも容易に交信できる（各国の合意取付が前提）ことになれば常時運航管理者との連絡が密になる。本船プラント状態の陸上集中管理が可能になれば事故防止、あるいは復旧が迅速にできる。

最適航法も活用し易くなる等々により大巾に運航能率が改善されよう。

(3) 乗組員対策

乗組員家族との交信が容易となり、ニュース等娛樂放送の充実とともに乗組員人間性改善の効果が大きいし、乗組員の確保にも有効である。

一方、本船状況の陸上管理が容易になれば乗組員作業の陸上移管、陸上支援体制への切替え等、労務の合理化が可能となる。

乗組員の医療データ送受信による健康管理保持、医療助言が可能となる。現在種々の乗組員制度改革案は、衛星通信システムの導入を前提としているようである。

これらの各効果を数量的に評価することは、システムの運用方法が明確でない現在、非常に困難である。アメリカで<sup>2</sup>、<sup>3</sup>発表された研究結果等以外には国際的にも評価データが少ない。また上記データも基礎条件等不詳のため検討していく。

しかし、これら効果は運航者にとって非常に魅力的なものであり、若干の通信料アップはカバーし得るものと期待されているが、安全通信関係等の投資分については相当の国家負担が必要と思われる。

## 6. 船上設備の仕様などの検討

### 6.1 環境条件

船舶は陸上と異なり、想像を絶する周囲環境にあり、常時動搖と振動の影響を受け、かつ小型の漁船から超大型船に至るまで巾広く存在するので、性能を満足すべき状態に常時保つことは極めてむつかしい。特に空中線システムは船舶の上部に装備され、かつ風雨にさらされるが、航海中でも荒天時でも保守整備が行えるよう考慮しなければならない。

船舶の揺れと振動は次の表に示す通りである。

DWT	ローリング		ピッキング			振動(最大)			
	角度最大	周期	角度最大	周期	上下動最大	1 Hz		10 Hz	
						前後	上下	前後	上下
4,000	± 25°	10 秒	± 10°	4.7 秒	2.2 m	100 gal	200 gal	200 gal	60 gal
20,000	± 25	15	± 10	6.2	4.0	100	200	200	60
120,000	± 25	22	± 10	8.0	6.1	100	200	200	60
200,000	± 25	30	± 8	8.7	7.6	100	200	200	60

注：1) ローリングの回転中心は船の深さの  $1/2$

(船の深さとは船底と上甲板の間)

2) ピッキングの上下動は船全体の上下動と考えてよい。

3) ピッキングの回転中心は艉から船の長さの約  $1/3$

4) 振動の加速度の単位 gal :  $\frac{1}{100} \text{ m/sec}^2$ , 100 gal ≈ 0.1 g ( $g = 9.8 \text{ m/sec}^2$ )

5) 振動以外に衝撃があり、場合によっては数 g が加わることもある。

さらに船舶に設備する電気品の一般条件としては

(1) ローリング ± 22.5°

(2) ピッキング 一般には指定しないが、指定する場合は ± 15°

(3) 振動 1 ~ 10 Hz 片振巾 1.5 mm

10 ~ 60 Hz 片振巾  $\frac{150}{f^2}$  mm

(4) 傾斜 横 15°

縦 10°

(5) 周囲温度 暴露甲板上  $-10^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$

注：甲板上の周囲温度 NK Mo  $-10^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$

NV Eo  $-25^{\circ}\text{C} \sim +55^{\circ}\text{C}$

LR USM  $+70^{\circ}\text{C}$

(6) 湿度 90 %

COMSAT GENERAL から出されている MARI SAT 用の環境仕様は次のようにになっている。

ABOVE DECK (屋外機器)

(1) 周囲温度  $-40^{\circ}\text{C} \sim +65^{\circ}\text{C}$

(2) 湿度 95 %

- (3) 氷 結  $22 \text{ kg/m}^2$  の氷がついても動作すること。
- (4) 降 雨 直径  $2.5 \text{ mm}$  以下の大きさの雨滴が  $40 \text{ m/s}$  でどの方向から当り、毎時  $10 \text{ cm}$  降っても性能の劣化があつてはならない。
- (5) 風 速  $75 \text{ ノット}$  (毎秒  $39 \text{ m}$ ) までは通常に動作  
 $100 \text{ ノット}$  (毎秒  $52 \text{ m}$ ) までは破損してはならない。
- (6) 衝 撃 長さ  $11 \text{ ms}$  で  $20 \text{ g}$  のパルス性衝撃をどの方向から加えても破損をしてはならない。
- (7) 振 動 次に示す振動に少なくとも 2 時間耐えなければならない。
- |                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| $4 \sim 10 \text{ Hz}$ | $0.100 \pm 0.010 \text{ インチ}$ |
| $11 \sim 15$           | $0.030 \pm 0.006$             |
| $16 \sim 25$           | $0.020 \pm 0.004$             |
| $26 \sim 33$           | $0.010 \pm 0.002$             |
- (8) 船舶の揺れ
- |       | 振 巾                  | 周 期              | 動軸から機器までの距離    |
|-------|----------------------|------------------|----------------|
| ローリング | $\pm 25^\circ$       | $4\pi \text{ 秒}$ | $30 \text{ m}$ |
| ピッキング | $\pm 7.5^\circ$      | $8\pi \text{ 秒}$ | $76 \text{ m}$ |
| ヨーイング | $\pm 4^\circ$        | $100 \text{ 秒}$  | $70 \text{ m}$ |
| サ 一 ジ | $\pm 0.1 \text{ g}$  |                  |                |
| ス エ 一 | $\pm 0.1 \text{ g}$  |                  |                |
| ヒ 一 ブ | $\pm 0.25 \text{ g}$ |                  |                |
| 回転速度  | $6^\circ/\text{秒}$   |                  |                |
| 進行速度  | $30 \text{ ノット}$     |                  |                |
- (9) そ の 他 腐蝕やかびに對して十分注意すること。

#### BELLOW DECK (船内機器)

周囲温度  $-15^\circ\text{C} \sim 55^\circ\text{C}$

湿度、衝撃、振動、船舶の揺れ、腐蝕、かびについては屋外機器と同じ。ただし、ロール軸から機器までの距離は  $15 \text{ m}$  とする。

## 6.2 装置の構成

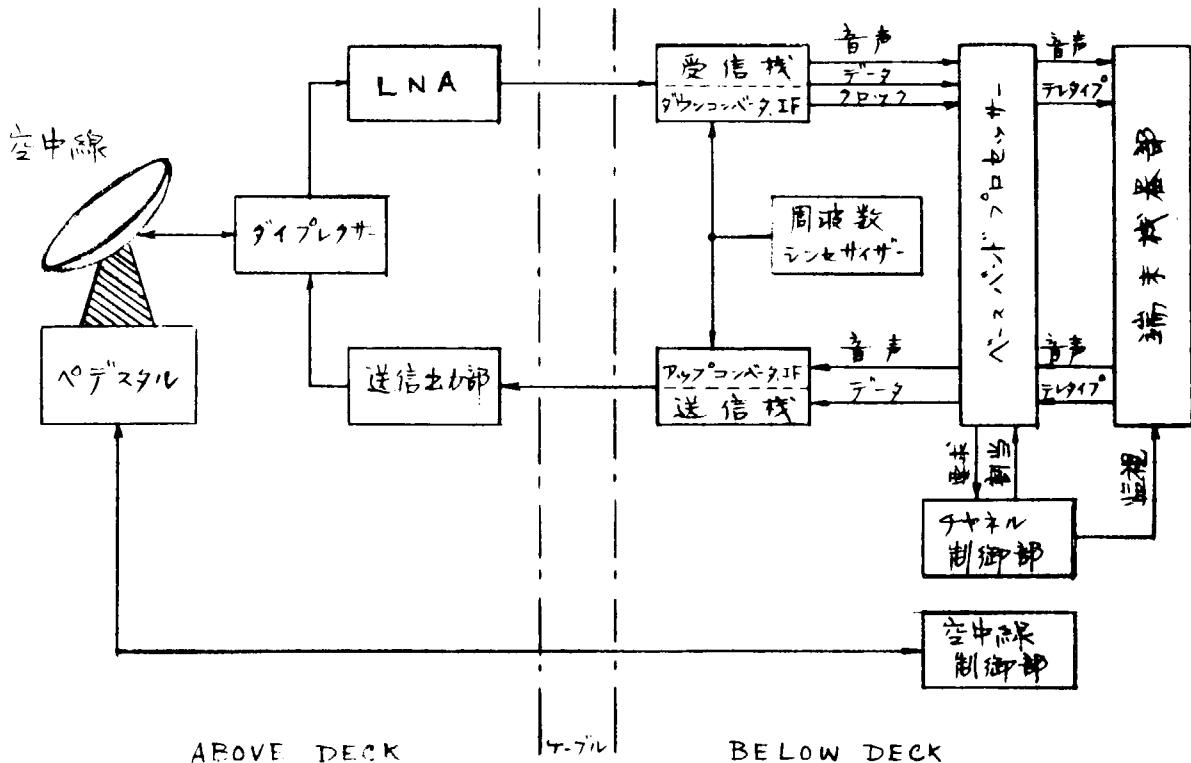
他の船舶無線設備と同様に海事衛星のための船上設備も ABOVE DECK の設備と BELOW DECK の設備の 2 つに分けることになりそうである。どのような構成にしたらよいかを検討するためには、技術的の面のみならず保守の容易さ、厳しい環境条件、装置の価格なども十分考慮されるべきである。

現在の短波無線設備のように空中線以外をすべて BELOW DECK に入れてしまえば、環境性についても保守性についても問題を大巾に軽減することができるが、高周波における伝送線が長くなるので減衰も多くなり、雑音も増加することになるので衛星通信用としては技術的に無理である。この欠点を解消しようとして送受信機を空中線と一緒にして ABOVE DECK に装備すると保守がむづかしくなるし、環境条件も厳しいものとなってくる。

これらの妥協案として、(1)レードームと空中線、(2)受信機の前置増幅器、送信機の出力部、アップコンバータとダウンコンバータ、(3)その他の通信制御機器を含む BELOW DECK グループ、の 3 つに船上設備を分けることが考えられ、ATS 衛星を用いて船舶と通信実験を行ったアメリカ海運局の MARSCAN 計画の中で実施され、好結果が得られている。しかし、海事衛星システムの場合には空中線をできるだけ小さいものとしたいので、高周波のケーブルをできるだけ短かくして雑音や減衰を少なくしたいのである。

したがって、低雑音増幅器 (LNA) と呼ばれる受信機の前置増幅器と送信機の出力部を空中線装置の中に組込み、他の部分はすべて一架に収めて BELOW DECK に置くことが考えられている。このブロックダイヤグラムの一例

を下図に示す。



船上設備における送信周波数は 1636.5～1645.0 MHz, 受信周波数は 1535.0～1543.5 MHz であるので、空中線を 1 つにする場合は 1535～1645 MHz 帯をカバーしなくてはならない。

空中線の利得は 6.3 の回線設計で述べるが、衛星の実効放射電力 (EIRP) と受信システムにおいて要求される搬送波対雑音電力密度の比 ( $C/N_0$ ) によって決定される。 $C/N_0$  を仮定することにより、船上設備の性能指數 ( $G/T$ )<sub>SHIP</sub> が決まってくる。

IMO で計画されている MARSAT および ESRO の MAROTS では  $G/T$  を -10 (dB-K), アメリカの MARISAT では -4 (dB-K) としているので、空中線システムの雑音温度を 500°K とすると、前者は 17 dB, 後者は 23 dB の利得の空中線となり、パラボラ空中線を考えたとするとそれぞれの直径は 0.6 m および 1.2 m となる。

送信用の空中線と受信用の空中線を別々に装備することは船上では無理であるので、タイプレクサを用いることによって送信、受信を 1 個の空中線で行うことができる。

衛星からの電波を高感度で受信するためには、低雑音増幅器 (LNA) が必要であるが、パラメトリック増幅器によるものとトランジスタ増幅器によるものがある。パラメトリックによるものは非冷却でも等価雑音温度が 100°K 以下のものが得られている。また、トランジスタによるものは、300°K と性能的には多少劣っているが、価格は前者の数分の 1 であり、信頼性の上から見ても船上設備に装備するのはこの方が適しているようである。

送信出力部として進行波管の利用も考えることができるが、振動の多い船上に装備した場合、信頼性と保守に問題があるので一般にトランジスタが用いられている。1.6 GHz 帯において 1 個当りの出力が 20 W 程度のトランジスタが生産され始めているので、送信出力部として 25～50 W を必要とする船上設備として十分使用することができる。

受信機のダウンコンバータは衛星から受信した電波を一般に 70 MHz 帯に変換するもので、変換された信号は中間周波 (IF) 増幅された後、プロセッサで用途に応じて処理される。また IF からの出力はアップコンバータによ

って 1.6 GHz に変換された後、衛星に向けた送信される。

海事衛星通信システムでは船舶局の数が多いが 1 隻当たりの呼数が少ないので、呼が発生したときにのみ通信チャネルが割り当てられるデマンドアサインメント方式になりそうで、特定の周波数が割り当てられている一般の送受信機とは異なっている。このために周波数シンセサイザーを設け、通信時に指定される送受信波に整合できるようになっている。

端末機器としては電話機、テレタイプ、ファクシミリ、コンピュータなどが用いられる。

### 6.3 回線設計

海事衛星通信システムにおいて、取り得る回線数は、衛星電力、船上設備の特性、所要 C/N などによって決まる。中でも船上設備の空中線の大きさによって決まる特性は、システム設立のための費用を考える場合に最も重要な要素の一つであるので本節で回線設計を述べ回線数に対する船上設備の特性の影響を明らかにする。

システムが衛星の送信電力で制限を受ける場合、取り得る C/N は次の式で表わされる。

$$C/N = (EIRP)_{SAT} - PL_D - M - 10 \log k + (G/T)_{SHIP} - 10 \log N$$

ここで  $C/N$  : 搬送波対雑音電力密度の比

$(EIRP)_{SAT}$  : 衛星の実効放射電力

$PL_D$  : ダウンリンク自由空間損失 (18.84 dB)

$M$  : マージン

$k$  : ボルツマン定数 ( $10 \log k = -22.86 \text{ dBW/K-Hz}$ )

$(G/T)_{SHIP}$  : 船上設備の性能指数

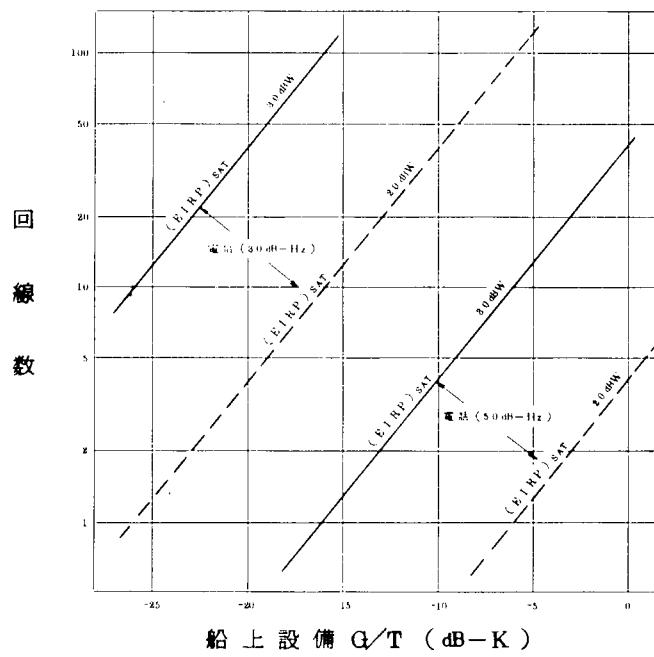
$N$  : 回線数

$M = 4 \text{ dB}$  と仮定すると

$$C/N = (EIRP)_{SAT} + (G/T)_{SHIP} - 10 \log N + 36.2 \text{ (dB)}$$

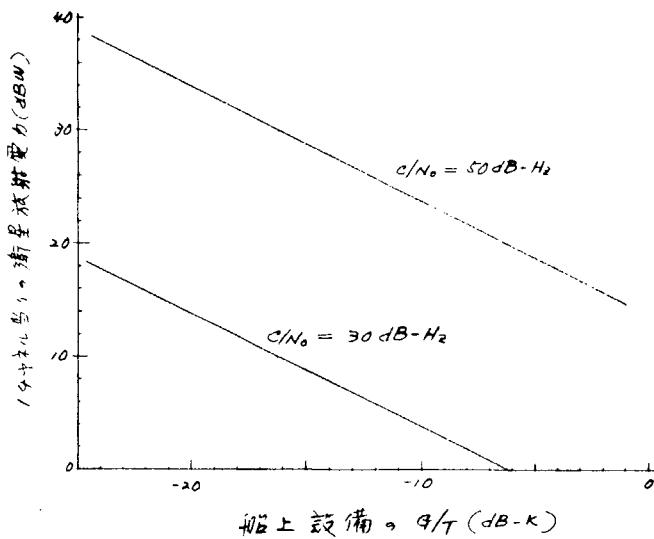
となる。

電話回線の所要 C/N として 5.0 (dB-Hz), 電信回線の所要 C/N として 3.0 (dB-Hz) を考えると、衛星 EIRP の 20 dBW と 30 dBW に対する船上設備の G/T と取り得る回線数の関係は次図のようになる。



船上設備の特性と取り得る回線数

また衛星 1 チャンネル当たりの衛星実効放射電力と船上設備 G/T との関係は次のようになる。



C/N<sub>0</sub> は回線の品質であって、この値を大きくすれば回線の品質として良くなるが、衛星の放射電力または船上設備の G/T を大きくしなければならないのは左記の表より明らかである。

C/N<sub>0</sub> と信号品質との関係は、変調方式によって異なるが音声回線に対して 50 ~ 53 (dB-Hz), 50 ポーのテレタイプ回線に対して 30 ~ 33 (dB-Hz) が目安となっている。

船上設備の G/T の T はアンテナシステムの雑音温度であり、G は空中線の利得である。トランジスタ低雑音増幅器を用いた場合 T = 500 K 程度となる。この場合 G/T - 10 (dB-K) は利得 17 dB の空中線となり、0.6 m<sup>2</sup> のパラボラ相当となる。

#### 6.4 空中線装置の方式とその利欠点

海事衛星通信システムにおいて、空中線は航行中の船舶の如何なる状況下にあっても 1 日 24 時間、1 年 365 日、人手をわざわざことなく衛星の方に向いていることが望ましい。

空中線を衛星の方に向けておくにはいくつかの方法がある。まず、考えられるのはオートトラッキング方式で、常時衛星からのビーコン信号を船上で受信し、そのビームから少しでも外れると校正のための信号を出して仰角なり方位を修正するサーボモータを動かし、船上の空中線を衛星に正対させるのである。最初衛星を捕捉するのには、手動またはプログラム化されたサーチモードによって行う。この方法によれば船舶のローリングやピッティングを抑えるための安定台を持たなくてもよいし、船が旋回してもジャイロコンパスに頼らなくてもよい。

ただし、この方法を用いるためには、船舶がどんなに揺れてもマスト、煙突、ブリッジなどに遮られることなく、また、どの方角にしろ水平線上 5°から天頂まで衛星が見透せるような所に空中線を装備しなければならない。もし、衛星からの電波が遮られると、オートトラッキングができなくなり、衛星を捕捉するために再び手動なりサーチモードによる操作が必要になる。

さらに船舶自身に障害物がなくとも衛星を見る仰角が低くなると、海面による反射波によって妨害され、かなり長い時間オートトラッキングができないおそれがある。また、船舶が狭い水路に入ると周辺の山や建物のため衛星からのビーコン信号が受信できなくなることも考えられるので、この方式を船上設備に取り入れることは十分に検討する必要がある。

これらの問題を解決する別の方法としてプログラムトラッキング方式がある。すなわち、船舶の位置がわかっているれば、そこから静止衛星を見る方位と仰角が定まることを利用しようとするのである。一般に船舶の動きはさほど早くないので、航海中の船舶から衛星を見る角度の変化は微々たるものである。たとえば、20 ノットの速度で 24 時間航行した場合でも真方位の角度の変化は最大 9.5° 最小 8° に過ぎない。船上設備の G/T を -4 (dB-K) として 23 dB の利得の空中線を用いても、そのビーム巾は 11.5° であるので、理論上は 1 日に 1 度空中線の角度修正をすればよいことになる。しかし、後に述べる安定台のための各種センサーによる誤差、安定台そのものの精度、

プログラムを近似式で計算するための誤差などがあるので、衛星を見る角度誤差は $3^{\circ}$ 以下であることが望ましいことになる。この場合には6~8時間に1度空中線の方位、仰角を修正すればよいことになる。この修正は手動でも行うことができるが、船位が求められる他の航海計器からの出力をリファレンスとして自動的に行うことでもできる。また、大体の方角がわかっているのであるから各制御軸に分けてその付近だけをゆっくりサーチし、最大感度を得るようするステップトラッキング方式などもある。

上記のプログラムトラッキングを行うためには、船舶のローリングやピッティングを補償する安定台が必要であるし、方位のジャイロコンパスとも結合しなければならない。船上に安定台を持っているのは軍艦と一部の特殊船ぐらいであって、一般的な船舶にはこの種の設備はない。安定台のためのセンサーとしては一般に垂直ジャイロが用いられるが、現在の垂直ジャイロは寿命が短かいし、価格も相当に高く、船上設備全体の価格に大きな影響を及ぼすほどである。垂直ジャイロは今後寿命も伸び、価格も下ることとは思われるが、現時点ではこれを用いることがよいかどうか検討が必要である。

垂直ジャイロに代るセンサーとしては、レートジャイロ、角加速度計、ベンチュラム式傾斜計、加速度式傾斜計などがある。

現在のところ傾斜計は種類によってはスエーおよびサージに無力で、大きな誤差を生じ易いのであまり使われておらず、角加速度計を用いたものが多いが、センサーの検討が行われている過程にあるので概に優劣をつけることは時期尚早であろう。垂直のセンサーを用いないでもジンバルやフライホイールの考え方によって安定台を水平に保つことができるので、欧米で製作されているが、前者は精度の点で後者は重量と大きさの点で問題がある。

安定台を形成し、空中線を衛星の方に向けるためにいくつの軸が必要であるかということが検討されている。船舶のローリングとピッティングを抑えるために各々に対する軸を設けて、まず安定台を作り、その上に方位と仰角のための軸を設け、これらの4軸によって空中線を衛星の方に向ける方法がある。この方式はシステムとしては十分であるが、4つの軸を用いるために重量が重くなり機器が複雑となるので信頼性が低下するおそれがある。信頼性の上からいえば構成部品の数ができるだけ少ないことが望ましい。検討の結果によれば2軸でも性能を満足させられることができていている。しかし、船舶に動搖があるとジンバルロックという問題がある。すなわち、AZ-ELタイプでは空中線が天頂付近を指向する場合、X-Yタイプでは水平線に近い所を指向する場合、船舶の動搖について空中線が急激な方向転換をするので、高速データなどを送受する場合欠点となるが簡単であり機器の信頼性が高い上に価格も安くできるところからジンバルロックを避ける方法が研究されている。

3軸のものはこのジンバルロックを避けるために考えられたものともう1つは大型船舶の場合にはピッティングがそれほど大きくないので4軸制御の中からピッティング補正軸を省略したものとの2つがある。

航行中に空中線を保守することは極めてむづかしいので機構、サーボ駆動部、センサーなどは故障の起りにくくものとしなければならない。その意味からして摩耗を生じ易いギヤーの使用は避けた方がよいし、また、できるだけ容易に装備できるようにすることが望ましい。

厳しい海洋環境の中でも動作ができるように空中線システムにはレードームをかぶせた方が良いであろう。これによって風圧に耐えることもできるし、防滴構造ともすることができ、さらに氷結の問題も軽減することができる。

## 6.5 船上設備の技術的問題

船上設備については2つの考え方があり、IMO海事衛星専門家パネルの報告書でも2案が並記してある。すなわち、低利得の空中線を用いればビーム巾が広くなるので、空中線のための安定台が精度の良いものでなくとも良くなり、場合によっては安定台が不要になる。従って、船上設備は安く製作することができるが、C/Nを一定とすればG/Tが小さくなるので、衛星のEIRPを大きくしなければならなくなるか、または利用できるチャネルを減らさなくてはならなくなる。

もう1つの考え方は船上設備に安定台を取り付け、その上に高利得の空中線を装備すれば船上のG/Tが大きくな

るので、衛星のEIRPを小さくすることもできるし、同じEIRPであれば多くのチャネルを使用することができます。

したがって、IMOでの報告書には「船上機器の最終選択にあたっては、運用トラヒックの要件、経済性、品質、信頼性、操作の容易性を考慮したシステムの実際の設計で決定されるべきである」と書いてある。

1万トン以上の大型船に装備することを目的としているアメリカの考え方とは異り、小型船舶が多く、遠洋漁業の多いわが国の特殊事情を考えると、小形軽量で設置場所が小さく機構が簡単で、操作保守が容易で、かつ初期投資の少ない船上設備が必要である。このことについてはIMO専門家パネルにおいて日本が主張し、認められている。一般にこのような機器はテレタイプのみの運用をすることになると考えられるが、電話も必要になるときがいざれは来ると思われる所以、小型船にも装備できるような安定台と空中線を研究しておくことが必要である。

6.4で述べたように空中線を衛星の方に向ける、船舶の移動につれて衛星を追尾して行く方法、安定台をいかに能率良くかつ精度を持たして制御するか、などについては今後十分に検討する必要がある。さらに低仰角の場合の海面反射の影響については、まだ世界中に信頼すべきデータが少ないので、低利得の空中線のみならず、高利得のものも含めて研究を進めなければならない。

海事衛星システムでは電話のほかテレタイプ、ファクシミリ、データ通信などが行われるが、これらの操作は特別なオペレータの手をわざわせないでも行えるよう簡易化すべきである。

BELLOW DECK の機器の高信頼性、保守の容易は当然として、屋外に装備される ABOVE DECK の機器は次の点について十分考慮する必要がある。

- (1) 常時衛星に追従する空中線システムの長期安定作動
- (2) 船舶の上部に装備されるが日常特に荒天時でも保守整備が十分行えること（電気的にも機械的にも）。
- (3) 船舶の動揺に追従する速応性
- (4) 耐振動、耐動搖
- (5) 耐環境性
- (6) レーダ、方探、NNSなどとの干渉
- (7) 低仰角などになった場合、空中線システムは1基で十分か。

## 6.6 仮仕様書の作成

IMCO、MARISAT、INTELSAT、MAREOTS 計画が進められているが、船上設備の仕様を作成するに必要な基本パラメータに関する仕様については、IMOでまだ決められてないものが多い。しかし、最も早く打上げられるのはMARISAT 計画であり、IMOの仕様もこの実績に影響されるものと考え、当面これを参考として仮仕様書を作成した。したがって、これら計画が進むにつれ仕様も次第に決められて行くと考えられるので、その段階で仮仕様書を訂正して行くべきである。

この仮仕様書は、海事衛星システムに用いる電話、電信、テレックス、ファクシミリ、データの送受信が必要に応じ可能な船舶局設備に関するものであって、その設置される苛酷な環境条件、24時間／日の運用に耐え、信頼性高く、構造简单にして保守運用が容易、経済性などが十分に考慮されていることが必要で、半自動動作（開始および衛星切換などの動作変更を除き無人運転）可能が望ましく、設計寿命15年の機器が望ましい。また、人間工学的配慮が設計に用いられねばならない。

### 6.6.1 環境仕様

環境仕様としては、海事衛星システムの国際性に鑑み、当面は6.1に述べられているアメリカのMARISAT用船上設備の環境仕様に少くとも耐えられるものとしたい。すなわち、Above deck, Below deck など周囲温度、湿度、氷結、降雨、風速、衝撃、振動、船舶の揺れ、腐蝕、かびなどの環境条件仕様はMARISAT用船上設備の環境条件を準用する。

## 6.6.2 一般仕様

- (1) 使用周波数帯 : 受信: 1535.0~1543.5MHz, 送信: 1636.5~1645.0MHz
- (2) サービスの形式 : 連続, 常時, 同時送受可能な海上移動通信業務サービス  
当面, 音声(4.8kb/s, 高速データあるいはファクシミリ伝送も可)と50ポートレタイプ回線など。
- (3) 電源 : 100VAC±10%, 60Hz±4Hz 単相を標準とする。  
1秒以下の電圧+20%, -50%以内, 周波数±20%のサージに対し障害なく調整不要なこと。船舶の電源に一点接続し, 空中線制御装置内に主回路遮断器を, さらに各分岐にも回路遮断器を備え, 安全接地システム, 信号接地システムによる接地を行うこと。
- (4) 干渉 : 無線周波干渉を生じないこと。他に干渉を与えないこと。静電気ならびに回転機械などによる無線周波雑音の軽減手段を行うこと。
- (5) 保守 : 変換可能なモジュールを最大限活用し, 保守時間を短くすることが望ましい。
- (6) 船上設備のサブシステム : 空中線, 送信, 受信, 変復調, ベースバンドプロセッサ, アクセス制御, 電信・電話端末などを含んでいる。

## 6.6.3 空中線サブシステム

- (1) 空中線サブシステムは空中線制御装置を除き, Above deck にあって, その性能, 作動に劣化, 障害のないよう設置する。
- (2) 偏波面 : 送受とも右回り円偏波
- (3) 動作角度 : 仰角 5°以上天頂まで, 方位回転 全方向
- (4) 利得 : 17~27dB ただし, 電信のみの小形空中線は3~7dB
- (5) サイドロープ : -18dB以下とするが, さらに下げる工夫が望ましい。
- (6) VSWR : 1.5以下
- (7) エリブティシティ : 1.5dB以下
- (8) ダイブレックサ : 送受分離 90dB以上, 減衰傾斜 1.5dB/MHz以下  
振巾リップル 0.5dB/MHz以下
- (9) ポインティング : 仰角5°より天頂まで安定台を用い, プログラム方式で指向精度は少くとも±2.5°以内とするが, ±1°以内が望ましい。必要に応じ, 自動追尾方式と切換可能が望ましい。
- (10) レードーム : レードームの使用が望ましいが, 前記環境条件に耐えるならば使用しなくてもよい。

## 6.6.4 送信サブシステム

電力増幅器, エキサイタ, アップコンバータなどを含む。これら諸装置の設置場所については十分検討の上決定すること。

電力増幅器の仕様は次のものを標準とする。

- (1) 带域巾 : 0.5dB点で 1636.5~1645.0MHz の 8.5MHz
- (2) 送信実効放射電力(E.I.R.P.) : 37±1dBW(CWもしくはパルス)
- (3) 送信機出力 : 6.6.3(4), 6.6.4(2)を満足すること。
- (4) 入力信号レベル : 最大シングルキャリア飽和出力がCWおよびパルスマードとともに, -10dBW のキャリアの入力信号で得られること。
- (5) 入力インピーダンス : 50Ω

- (6) 利得安定度： 温度変化、電源変動などを含め、利得変化は E.I.R.P の変化で  $\pm 1 \text{ dBW}$  以下であること。ただし 6 カ月ごとに 1 回調整してよい。空中線制御装置に電力増幅器出力レベルのモニター記録ができること。
- (7) 利得傾斜： 帯域内で  $0.1 \text{ dB/MHz}$  以下
- (8) 利得リップル：  $0.5 \text{ dB}$  以下 ( $p-p$ )
- (9) スブリアス： 空中線入力において、スブリアス出力および任意の  $4 \text{ kHz}$  帯での雑音が送信周波数帯域内で  $-60 \text{ dBW}$  を越えなく、低雑音受信機の入力における送信機出力スブリアスと任意の  $4 \text{ kHz}$  帯内の雑音も受信周波数帯域内で  $-177 \text{ dBW}$  を越えないこと。
- (10) 高調波出力：  $40 \text{ GHz}$  までの周波数での高調波出力がキャリアの出力レベルより少くとも  $60 \text{ dB}$  低いこと。
- (11) 入力VSWR： 1.5 以下
- (12) 出力VSWR： VSWR 2 の負荷に対し発振しないこと。出力、開放、短絡に対し耐え、その後の性能、寿命に影響しないこと。
- (13) 冷却： 伝導もしくは対流冷却で、ファンなどは使用しないこと。

### 6.6.5 受信サブシステム

受信機はインテグレートされた全固体回路とし、設置場所については十分検討の上決定すること。

- (1) 受信系の G/T： 晴天時、空中線ポインティング誤差、船の動搖、風、送信機の動作モード如何にかわらず、仰角  $5^\circ$  以上天頂まで受信系の G/T は
- $$0 \sim -10 \text{ (dB-K)}$$
- また、電信のみの船上局では  $-19 \text{ (dB-K)}$  程度とする。
- 以下は低雑音増幅器の標準仕様を示す。
- (2) 雜音温度： (1)の G/T を満たす雑音温度とする。トランジスタ増幅器を想定すれば受信系雑音温度は約  $500^\circ\text{K}$  となる。
- (3) 利得： 前記受信周波数帯で  $50 \text{ dB}$  以上  
受信周波数帯外  $50 \text{ MHz}$  まで  $2 \text{ dB/MHz}$  以上で減衰し、それ以外では最大利得よりも少くとも  $100 \text{ dB}$  ダウンとする。
- (4) 帯域巾：  $8.5 \text{ MHz} (1535.0 \sim 1543.5 \text{ MHz}) (0.5 \text{ dB} \text{ 点})$
- (5) 利得安定度：  $3 \text{ dB}/\text{月} \sim 6 \text{ dB}/\text{年} \text{ 以下}$
- (6) 動作域： 受信機入力  $-60 \text{ dBm}$  の 2 個の帯域内テストキャリアのレベルよりも、帯域内 3 次変調積が少くとも  $60 \text{ dB}$  以上少いこと。
- (7) 利得傾斜：  $0.1 \text{ dB/MHz}$
- (8) リップル：  $0.5 \text{ dB } p-p \text{ 以下}$
- (9) 入力VSWR： 1.25 以下
- (10) スブリアス信号： 出力で任意の  $100 \text{ kHz}$  帯内で  $-142 \text{ dBW}$  以下 (3 次変調積は除く)
- (11) 過負荷特性：  $1520 \sim 1550 \text{ MHz}$  内で  $+3 \text{ dBm}$  までの入力に対し、特性劣化、寿命短縮が起らないこと。
- (12) マイクロフォニック： マイクロフォニック出力が見られないこと。
- (13) 飽和特性： 入力信号  $-40 \text{ dBm}$  に対し、利得圧縮  $1.5 \text{ dB}$  以下

### 6.6.6 変復調サブシステム

変復調サブシステムは電力制限の厳しい回線を効率良く使用し、簡単な船舶局端末機器となるような方針をとること。音声の場合には、アナログ方式では FM-PLL 方式、デジタル方式では圧伸付デルタ変調方式

が良いとされ、衛星より船への方向の送信では搬送波ON-OFF方式が考えられる。また、音声回線（ディジタル変調方式）およびテレタイプ回線では2相PSK同期検波方式、2相PSK遅延検波方式、多周波FSK非同期検波方式とし、テレタイプ回線では誤り訂正を行うことが望ましい。

当面は下記のものとする。

電信	受信	1.2 kb/s, 2Ø PSK/TDM	(アクセス制御チャネルを兼ねる)
	送信	4.8 kb/s, 2Ø PSK/TDMA	(ランダムアクセス制御)
電話	受信	シングルチャネル/キャリア	FM変調
	送信	シングルチャネル/キャリア	

#### 6.6.7 ベースバンドサブシステム

一応IF以下を含めて、搬送波間隔は送信で50kHz、受信で中心間隔100kHz、帯域巾約50kHzとする。

#### 6.6.8 アクセス制御サブシステム

海事衛星システムの国際性から、アクセス制御方式として集中方式をとるには時間がかかり、分散方式とならざるを得ない。この場合、空チャネル方式より専用チャネル方式が望ましく、これにランダムアクセス方式TDMA方式、FDMA方式などがあり、船舶局からの要求チャネルはランダムアクセス方式、応答チャネルは自局識別符号受信に際し、一定時間遅れで自動的に特殊なバースト信号を返送するTDMA方式を用い、また、船舶局の受信ではTDMA方式が有利と考えられている。

#### 6.6.9 電信、電話端末サブシステム（当面下記の通り）

音声回線	S/N	受信	28 dB
		送信	88 dB
テレタイプ回線	ピット誤り率	常時	$1 \times 10^{-7}$ 以下

スレシホールド  $1 \times 10^{-5}$

以上、仮仕様書を作成したが、仕様に關し新しい情報が入り次第逐次改訂すべきと考える。

## 7. 今後の研究の進め方

### 7.1 今後の研究方針

昭和49年度は当研究部会発足の初年度でもあり、取りあえずこの分野における国際的動向ならびに関連する技術について鋭意調査を行うとともに、海事衛星システムが実現した場合の利用分野についてのわが国の関係者の意向を事前に調査しておく必要ありとしてアンケート調査を行った。また、システムの概念設計を行い、これに立脚して船上設備の仕様を仮りに定め、今後具体的に研究開発を進めて行く上での足掛りを作った。

昭和50年4月に予定されているIMCOの国際会議では、システムの輪郭が追々明確化され、システムの運用、管理、財政ならびに法律面についても具体的な検討段階に入って行くものと思われる。当研究部会においては、今後これらの情報を遅滞なくキャッチすることを心掛けるとともに、わが国は世界有数の船舶保有国であるから、当研究部会はわが国のユーザを代表して、システムの利用分野の開発について十分な検討を加え、正当な要求、意見を適切な機関を通して国際会議の場に提示して行くことが必要であろう。

### 7.2 昭和50年度の研究の進め方

昭和50年度の研究の進め方としては、海事衛星システムの利用分野の開発研究、具体的にはユーザ機器、すなわち、船上設備の開発研究に重点を置くこととする。

ユーザ機器自体は、宇宙通信機器としては比較的小規模であり、特別な新規開発技術は少ないが、在来の船舶通信機器の代替および発展系として考えると、環境、装備条件、運用方法、操作方法等の多面的な検討を加えなければ、有効な開発を行うことはできない。従って、研究の進め方としては従来の船舶通信士が抵抗なく通信機能の拡張に応ぜられるようなシステム設計、運用方法の分析、操作方法の分析等を行い、ユーザ機器の基本仕様を設定し、これに必要な一部裏付け実験を行い、最終的に機器の詳細仕様、環境条件、装備条件、操作条件をわが国の船舶事情に適した形で決定しなくてはならない。この際、船上設備であるという建前から小型、高信頼度、保守性を十分に考慮したものであって、相応なコストパフォーマンスを有していくなければならないことは勿論である。

以上の開発研究の目的を達成するためには、まず船舶通信あるいは、また救難態勢の現状分析等から始めなければならないなどのこともある、学識経験者、ユーザ、造船所、電子機器メーカーなどの広範囲な協力が必要である。これらの協力があって始めて一般船舶での装備運用という面から要求条件が明確にされ、在来の船舶通信手段の発展系としてユーザに抵抗なく受け入れられる総合的機器仕様が作成できる。

さて、昭和50年度において発足する研究を大別して10項目を上げるが、以下それについて1項目ごとに簡単に内容の説明をする。

#### 7.2.1 現行の船舶通信（救難通信等を含む）および航法の内容分析および将来の要求条件の調査

現行通信および航法の内容分析により問題点を抽出し、海事衛星システムに対するユーザ側の要求条件を決定し、今後のシステム開発、機器開発の基礎条件を明確にするとともに、システムの船舶運航への利用面を展望する。

- (1) 日本船（外航商船および遠洋漁船）の現行通信および航法の内容分析
- (2) 現行通信および航法の問題点抽出
- (3) 衛星システムへの適用可否についての検討
- (4) 海事衛星システムに対する要求条件およびシステム利用面の取りまとめ

#### 7.2.2 現行の通信および航法方式と衛星方式のコンパティビリティの研究

衛星通信および衛星航法の導入は海上通信などに対し、質、量ともに革新的改善をもたらすと予想されるが、海上通信などの特質上 SOLAS（海上人命安全条約）およびRR（無線規則）の規則にもとづく現行の地表系各種通信方式などの両立性が必要である。これらの問題点を調査し、衛星通信端局を装備した船舶の無線設

備の条件を航行安全運用および法規上の面より研究し、標準的無線装置構成を検討する。

- (1) 関連国際法規および国内法規の調査
- (2) 現行の各種無線通信方式および航行援助方式の調査
- (3) 現在の船舶無線設備の調査
- (4) 衛星通信設備の装備船と非装備船の混在の問題点の調査
- (5) 衛星通信設備を装備した船舶の無線設備の条件の作成

### 7.2.3 通信内容の種別、伝送容量の研究（音声、テレタイプ、ファックス、放送、船位測定）

海事衛星通信（船位測定を含む）において、通信の種別を調査するとともに衛星の伝送容量（衛星送信機の実効放射電力と取り得る回線数の関係および所要回線数）の検討を行う。この際小型漁船に適用可能な低利得空中線の使用についても併せて検討する。

- (1) 現行の通信種別、通信形態の調査

#### (a) 情報種別および変調方式

音 声 — 使用周波数帯域、変調方式  
テレタイプ — 伝送速度、使用周波数帯域、変調方式  
ファクシミリー パラメータ、使用周波数帯域、変調方式  
放 送 — 種別、受信状況  
セルコール — 周波数、変調方式、符号形式  
遭難通信 — 周波数、変調方式、符号形式  
船位測定 — 周波数、変調方式、信号形式

#### (b) 通信形態

一方向通信  
双方向通信  
対話通信  
一斉呼出し  
個別選択呼出し  
放 送  
船位測定

- (2) 衛星通信における通信種別、通信形態などの検討

前項の調査結果にもとづき、海事衛星を使用する通信の種別、望ましい通信形態、所要回線数等の調査、検討を行う。

- (3) 海事衛星通信および航法方式の回線設計

衛星電力、回線品質、船舶搭載アンテナ、回線数などの関係を考察し、利用し易い形に図式化する。

- (4) 音声通信における了解度、変調方式、S/N の関係の調査

これらの関係を調査し、回線設計、取り得る回線数等の検討に反映させる。

### 7.2.4 宇宙通信の特質とその対策の調査研究

大きな空中線や動搖防止装置付きの空中線を船舶に装備することは、小型船舶においては特に困難である。G/T の低い空中線であれば、小型船舶に搭載が容易となり、費用も安く、一般的に信頼性もあるが、他方、衛星容量を低減させるとともに指向性が鈍くなることにより、海面反射によるフェーディングを受け易い。

このフェーディングに対して、MARSAT IV/6/7 および CCIR DOC 8/27.6-E でノルウェー政府が理論的な解析を行っているが、これはコヒーレント成分についてのみであり、インコヒーレント成分に関する効果は無視している。したがって、統計的に余り起らない最悪の評価が行われているように思われる。

なお、一般船舶の場合においても船主、造船所側はできるだけ小形の空中線（利得10dB以下）を用いることを希望しているので、低いG/Tの空中線での可能性を検討するとともに、これに大きな影響を与える海面反射フェーディングについて理論的および実験的研究を行い、更に進んで海面反射の抑圧についても検討を行う必要がある。

#### 7.2.5 装備条件にもとづくハードウェア要求条件の研究

海事衛星を利用した船舶の通信および運航システムならびに船上設備の開発研究において、船上設備の設計、試作を行うには装備の対象となる船舶において、これら設備の装備上の制約について具体的に検討しなければならない。

そこで、現状の船舶の状況から見て確実に装備できるハードウェア製作上の要求諸条件を調査研究する必要がある。

- (a) 空中線部の装備位置、重量および外形上の制限
- (b) 送受信部、操作部の装備位置および外形上の制限

#### 7.2.6 環境条件の詳細調査

周囲温度、湿度、船体の動搖／傾斜（ピッチ・ロール／トリム・ヒール）、振動、衝撃、転舵の場合の船体運動の角速度などについて調査するのであるが、一般平均的な値を知るのではなく、衛星システムのユーザ機器を設備する対象船舶において機器を実装する場所について実測する必要がある。

- (a) 停泊中の環境
- (b) 航海中の通過海域による環境
- (c) 嵐等に遭遇した場合の環境（特に高所に設置した空中線はどのように振り回されるか等）

#### 7.2.7 運用、操作方法の研究

海上移動業務へ衛星通信が導入された場合、通信種別および通信内容は、在来船舶の通信業務との関連もあり、ほとんど変わらないものと思われるが、運用、操作等についてはかなり改革されるものと予測される。

海事衛星システムに関連すると思われる技術は、既に陸上機関において開発実用化されており、通信方式の自動化、コンピュータによる合理化等も各企業間で実施されている。船上設備はこれらの技術の導入に加えて、海上移動業務と船舶の特殊環境に適合した装置が試作されるのであるが、これら装置の運用、操作と現通信業務との関連等についても調査研究をしておく必要がある。

##### (1) 海上移動業務の概要調査

海上移動業務の通信種別は次の通りであるが、運用、操作については他の研究項目と相関関係にあるので、それらと並行して調査を進める必要がある。

現在の業務種別：遭難、緊急、安全通信、公衆通信（社用、私用、SSB電話）、港務通信（AMVER B to B ACTを含む）、測位業務、気象通信、沿岸無線電話、模写放送受信（新聞、気象、海象）、国際放送受信等

将来の業務種別：印刷電信、データ通信、TV中継放送、米国通信衛星等

##### (2) 運用、操作についての調査研究

海上移動業務は関係諸規則により、運用・操作等が明確にされているが、衛星通信については現在特に規則化されていないので、全く自由な立場で設計されることになる。従って、装置の運用、操作は試作装置の基本設計の進展をまって從来業務との関連等について検討することとしたい。

##### (3) 現行諸規則と船内就労関係

現行諸規則は次の通りであり、現在の船内就労体制は、これらの規則を考慮してとられているので、衛星通信装置が完全自動化されていないとするならば、これらの関連についても検討しておく必要がある。

現行諸規則：国際電気通信条約、同附属無線通信規則、海上人命安全条約、電波法、船舶安全法、労働協約、等

## 7.2.8 空中線系の研究

船舶局として設備されるユーザ機器の内、設計に際して最も慎重に事前の調査研究を行わなければならぬのは空中線系である。その大きさは通信回線の質と量とに直接関連する事項として、他の研究項目の随所で検討されるが、この項では特に空中線の追尾方式と実装方式の研究を取り上げる。

追尾方式は機械的と電子的に大別され、追尾方法としてはプログラムによる方法、パソコンによる方法、アダプティブアレーによる方法など種々のものが考えられる。勿論これらの混合形式も検討する必要がある。

### (1) 機械的追尾空中線の研究

各種機械的追尾方式の調査研究を行い、各方式の特質を明らかにする。船舶局の機械的追尾空中線の回転支持方法には、二軸、三軸、四軸等の試方式がある。これら諸方式の長所、短所を比較検討し、特に採用される自動追尾方式（プログラム、モノパルス、ステップトラックなど）との関連において総合的に調査研究をする。

### (2) 電子的追尾空中線の研究

船舶搭載用に適した海事衛星用電子的追尾空中線（特に Retrodirective Array Antenna）の実現可能性について理論的および実験的に研究をする。

- (a) アンテナ素子および素子間結合の実験
- (b) 1次元アレーの実験
- (c) アンプその他の実験
- (d) 総合実験

## 7.2.9 受信処理系の研究

本研究は、海事衛星システムの船上設備の中の構成部分としての受信処理系に関するものである。

受信設備のハードウェア自体は特別に高度の技術開発を要するものではないが、船舶に搭載し、かつ数多くの電波機器と併置されるという条件および船上の通信手段とのインターフェース（man/machine を含む）につき十分検討を加えてみる必要がある。

本研究においては上記基本条件より考えて、どのような形の受信系とすべきかを研究の中心とし、併せてシステム的に別途決定される通信のアクセス制御方式等の結果を導入し、系の方式を決定する。

研究の主体は電波条件を含むあらゆる船舶搭載の条件に耐えるハードウェアの基本設計に関するものとし、特に併置が予想されるレーダ、中短波、VHF 等の送信機の干渉の中で衛星電波の受信を行うためには高度のプロテクションが必要であるので、実験を含めて研究をする必要がある。

このためには、単に空中線の指向性、しゃへい、プリセレクター等の検討ばかりでなく、現在航空エレクトロニクスの分野で行われているようなボンディング等まで含めたきめ細い検討を行わなければならない。

このような基本研究と並行して、他の研究項目で研究される通信のアクセス制御方式、他の通信系とのインターフェース等の検討結果を導入した上で、ハードウェアの全体構成を明らかにし、受信系全体システムの構想を決定する。

- (a) 予想される船上レイアウトにおけるレーダ等の電磁ふく射分布の調査検討
- (b) レーダ、中短波、VHF 送信電波が通信内容に及ぼす干渉と誤り率の関連の調査研究
- (c) 干渉除去用プリセレクションステージの研究
- (d) 実験装置による干渉の実測と除去方式の研究

## 7.2.10 ユーザ機器の設計、評価（仕様項目の作成）

現在の中・短波を用いた船舶通信システムの行詰りを開拓し、船舶通信の向上を計るとともに、船舶の運航の安全化、効率化を計るために、海事衛星システムの有効利用を目的として、船舶搭載機器の設計評価について研究する。

昭和 50 年度は、その仕様項目の作成を行う。

(a) 概念設計に至る過程として、主要項目作成に必要な関連資料を調査する。

(b) 特に船舶搭載用機器としての特殊性を考慮した仕様項目の作成を行う。

主 要 性 能

機 構 性 能

運 用 性 能

人間工学的性能

保 守 性 能

なお、仕様項目の作成に際しては、他の研究項目の研究経過およびその成果等を十分に採り入れ検討するものとする。

昭和 51 年度には、これら仕様項目の内容を充足した上で、コストパフォーマンスを考慮し、ユーザ側に立脚した何種類かのユーザ機器に対する技術基準を明確にし、さらに、概念設計を行った上で基本設計に移行するものとする。

## 8. 問題点とその検討

### 8.1 IMCOの国際会議に対処すべき問題点

来るべきIMCOの国際会議に関係者として検討を要する事項を考えると

- (a) 「国際会議への報告書」の中に記載されている事項の中で各国の意見の一致が得られていない事項
- (b) 同じく、意見の一致は得られているが、わが国として特に重要であると考えられる事項
- (c) 国際海事衛星システムに参加するため、わが国で内部的に準備すべき事項

が特に重要であると考えられる。本節ではこれらの問題点を列挙してみることにする。

#### (1) 組織について

海事衛星システムの組織として検討されたのは

- (a) IMCOがかかり合う。
- (b) INTELSATを利用する。
- (c) 新しい組織（例えば、INMARSAT）を設立する。

の三つが考えられるが、IMCOは主として海に関する安全上の問題を取り扱う機関であり、INTELSATは固定通信業務を行う機関で未加盟の海事国との取扱いや出資率で権限が定められるINTELSAT協定と公共性の関係などの問題がある。パネルでは新しい組織を設立する合意に達したとみてよいとも思われるが、この問題に関し、多くの代案を出し、また、態度を保留し、また、各国の意見から孤立しているのはアメリカである。最近の情報でもアメリカは、またこの問題に対する国としての態度は決定していないようであるが、この種の組織はアメリカを除外してはほとんど考えられないので、特に今後のアメリカの動きに十分の注意を払う必要があろう。

#### (2) 新組織とした場合の組織、運営、権限など

- (a) 政府機関として全責任を国がもつ。
- (b) 政府の監督下において電気通信事業体の連合組織（コンソーシアム）による。
- (c) 民間会社の形態で自由に運営させる。

などが考えられる。(a)案を主張する国々（ソ連など）と(b)案を主張する国々（アメリカなど）とが対立している。わが国の態度はまだ未定である。この組織構成は航行安全や遭難救助など公共性を主として考える立場と公衆通信の利用を主として考える立場との相違との関連がある。

#### (3) 国が電気通信事業体に運営を委託したときにまかせられる業務の範囲

- (a) 機関の理事会に参加すること。
- (b) 機関の財政に参加すること。
- (c) 機関の財政的便益にあずかること。

の三つに限定されることになり、そのうちのどれだけを委託するか未決定である。

#### (4) メンバーシップの権利と義務

海事衛星システムに参加する方法として

- (a) メンバー、非メンバーに関係なく利用でき、均一な使用料金とする。
- (b) メンバーに特權あるいは料金などに区別をつける。

の参加の方法がある。

#### (5) 「船舶」の定義について

海事衛星システムの中に含まれる船舶の定義について、アメリカと他の国々で対立をしている。固定作業台（platforms permanently moored）を船舶に含ませるべきとするアメリカに対して、イギリス、フランスなどが反対している。

#### (6) 理事会の権限と議決権について

- (a) 理事会の権限を強めようとする立場
  - (b) 理事会の権限を弱め総会の権限を強める立場
- とが対立している。(a)案は主としてアメリカなどで、(b)案は欧洲諸国が多い。

#### 経済評価関係

- (7) パネルで報告されている経済評価資料の正確度に対する評価は十分でない。特に投資コストに対して得られる利益に関するコスト／利益の関係は全く検討されていない。
- (8) 需要予測に示されている仮定の検討が十分とはいえない。対象とする船舶を 10,000 Gt 以上としているが、わが国で関心のある 100 Gt 以上の小型船に対する需要予測が行われていない。
- (9) 投資額の償却と料金算定
  - (a) 使用料のみで全投資金額を償却しようとして計算された料金態勢の可否
  - (b) 公共性を重要視して、政府の財政援助により、より安価な料金システムとする必要性の可否
- (10) 遭難、安全、気象、放送、測位などの公共性利用に関する利用と料金システムの関連が検討されていない。
- (11) 全システム価格に対するわが国の出資率はどの位とすべきか。もしも INTELSAT 計画のごとく大西洋に対して太平洋とインド洋が遅れて（3年遅れ）で導入されたしたらどうするか。
- (12) 使用する衛星システムの種類は
  - (a) 専用衛星システム
  - (b) 多目的衛星システム
  - (c) ハイブリッド衛星システムのうちからどれを選択するのか。専用衛星を主張するソ連などと多目的衛星の利点を強調するアメリカの意見が対立している。
- (13) 予備を含めた衛星の数をいくつとするか。 $\frac{4}{5}$ あるいは $\frac{6}{7}$ 方式などがある。
- (14) 段階的導入は経済的には有利でないとの結論が出ているが、INTELSAT を利用した場合には、太平洋地域で遅れが生ずる可能性がある。わが国としては段階的導入にあくまで反対の立場をとるべきであるかどうか。
- (15) 使用船舶を 10,000 Gt から 100 Gt までに拡大した場合のわが国の海運界が受ける利益について定量的なデータが必要と考える。

#### 技術的問題点

- (16) 衛星の容量と船上端局について、船上端局の G/T を -10, -7, -4 (dB-K) に限定して評価を行っている。より小形のアンテナを装備したときに生ずる問題点について技術的な検討が不足している。
- (17) ファクシミリの利用について、わが国は特に関心を持っており、ファクシミリの C/N についての値は前回のパネルで保留されたままとなっている。
- (18) パネルではアクセスについて「周波数分割多重アクセスが好ましいと思われる」としており「他のアクセス、例えば、時分割や符号分割方式の利点も研究の価値がある」としている。これらの優劣についてより研究が必要である。
- (19) 周波数再利用の場合、偏波面弁別方式はオフビーム角の所で弁別が困難となるので（日本提案）これに対策が必要となる。
- (20) 遭難、緊急、安全通信と測位用として小形アンテナの利用を提案した（日本提案）。具体的にどんなアンテナが適するのかの検討が必要である。
- (21) 船上端局として小形アンテナによるテレックスのみの局の可能性を主張しているが、具体的な仕様について検討が必要であろう。

## 8.2 国内態勢その他の問題点

わが国における海事衛星システムに対する関係各分野の意識はまだ必ずしも高いとはいえない。これを高め、それを背景として国際会議に対処することが最も大切なことであり、それには、つぎのような点について十分考慮を払い、かつ検討を加えることが必要であろう。

- (1) 海事衛星システムについて、とくに将来の利用者である海運界および漁業界へのPRを積極的に行い、その要望を十分に調査する。
- (2) 海事衛星システムの導入によって得られる技術革新に対し、明確な見通しをもつための調査を行う。
- (3) 海事衛星システムを導入することによる海運界および漁業界における経済効果をわが国のデータをもとに試算をする。
- (4) 海事衛星システムが導入された際に、わが国の船舶がどのような速度で参加するか、また、その予測通信量はどのくらいになるか、をできるだけ正確に把握する。
- (5) とくに、電信級のみの船上端局の要求はどの程度あるか、その装備隻数と予測通信量はどうなるか、を見通すこと。
- (6) 海事衛星に関する研究および開発を推進すること。これらの研究には公的機関で行う研究と私企業が行う研究などがあるが、それらの有機的な連繋を考える必要がある。この種の研究の推進には、実際の衛星を利用して行う実験が必要になることが多いので、実験衛星の打上げなどを宇宙開発計画に盛込むことも検討する。
- (7) 船上装置の研究は将来の世界的需要を考慮に入れて活発に行う。とくに安価、高信頼性および小型船への装備方法に重点を置き、また、その価格および装備費については早急に見通しを立てる。
- (8) わが国で海事衛星システムを運営する組織はどのようなものがよいかを検討する。公衆通信業務と遭難、安全通信および無線測位などの公共的な業務との分担をどうするか、また、出資者は何処かについても検討する。これらのうち当研究部会が担当すべきものもあるが、その他の分野のものについては部会あるいは日本造船研究協会が関係方面に積極的に働きかけ、また、関係者が十分にその認識に立って行動することが重要であろう。

## 9. 結 言

この報告では、はじめにIMOにおける国際海事衛星システム設立の経過と現状を第5回パネルへの出席報告を含め紹介し、ついで海事衛星システム技術の現状と現在計画が進められている開発計画について述べ、これによって海事衛星システムを展望した。ついで、当研究部会が行った海事衛星システムに対する関連各界の意識度調査の結果を報告し、さらにわが国でのこの種システムの利用分野とその特殊性について述べた。本年度の研究テーマの一つは船上設備の仕様書の作成であったが、これについては船上設備一般の技術的問題点を検討し、システム的に不確定の要素の多いことを考慮しながら仮仕様を作成することができ、さらに第2年度以降の研究計画についても検討して報告し、また種々の問題点についても検討した。

しかしながら、海事衛星システムの研究および計画の内容は、今後の実験および実用面での検討によって書き換えられるであろう面も少なくないと考えられている。とくに昭和50年度は、IMOにおける最初の国際会議が開催され、また、アメリカのMARI-SATの打上げが予定されるなど、政策面および技術面での大きな進歩が行われる見込である。

われわれは、これらに対処しつつ今後の研究を進めて行く必要があるが、その過程において、今日最善と思ってとりまとめたこの報告の内容の一部、あるいは相当部分を書き直す必要にせまられるかも知れないことを了承された。

終りにアンケートを寄せられた各位、それぞれの専門分野でこの研究を進め、報告書の作成に寄与された委員および幹事各位にお礼を申し上げる。