

## 第150研究部会

### 衛星を利用した船舶の運航システム 及び船上設備に関する研究

#### 報告書

昭和54年3月

社団法人  
日本造船研究協会

昨年度に引き続き 5 カ年計画の最終年度として

- (1) 衛星を利用した船舶の運航システムの研究
  - (2) 宇宙通信の特質とその対策の研究
- の 2 テーマを柱に研究を行った。

1) では、商船及び漁船を対象とした陸上集中管理並びに陸上支援システムの具体策について検討した。

2) では、海面反射のフェーシングの研究の一部として、船上構造物の影響によるブロッキング実験及び昨年度に行ったフェーシング・シミュレータの設計とともに海事衛星通信用・フェーシング・シミュレータを試作し、その評価試験を行い、それらの研究成果をまとめたものである。

# はしがき

本報告書は日本船舶振興会の昭和53年度補助事業「造船技術開発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。

## 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)	遠藤敏雄(大阪商船三井船舶)
幹事	井東洋一(日本郵船)	菅原四郎(古野電気)
	角裕之(石川島播磨重工業)	相馬昭二(日本電気)
	鈴木務(電気通信大学)	辻村克巳(日本無線)
	塙田一雄(富士通)	成沢赳男(三菱電機)
	中川秀夫(協立電波)	秦武彦(安立電気)
	野々瀬茂(三井造船)	馬渕郁次郎(ジャパンライン)
	原昌三(三菱重工業)	山崎浩(東京芝浦電気)
	茂在寅男(東海大学)	吉田信一郎(埼玉大学)
	横井大六(日本船舶通信)	
	吉田純一(沖電気工業)	
委員	新井健(東京計器)	五十嵐昭一(住友重機械工業)
	橋口真治(日立造船)	内野慎太郎(日本造船工業会)
	大須賀実(川崎重工業)	大友恕(日本船主協会)
	佐野照雄(出光タンカー)	柴田利光(日本钢管)
	寺本俊二(北辰電気製作所)	中島清治(山武ハネウェル)
	根岸宏(安立電波工業)	原敬太郎(佐世保重工業)
	小栗祥裕(昭和海運)	町田運八(光電製作所)
オブザーバー	栗山剣(運輸省船舶局)	戸田邦司(運輸省船舶局)
	新井彰(海上保安庁)	豊福滋善(海上保安庁)
討議参加者	秋久幸男(日本船舶通信)	池山紀夫(太平洋無線)
	石崎芳文(日本無線)	岩竹舜爾(日本船舶通信)
	遠藤周治(古野電気)	岡林忠弘(古野電気)
	小川雅典(安立電気)	太田堯久(三菱電機)
	太田智三(沖電気工業)	小林孝(日本無線)
	小林英彥(富士通)	佐藤孝雄(三井造船)
	篠崎慶幹(日本钢管)	篠田英司(太平洋無線)
	鈴木秀治(富士通)	只野暢(富士通)
	田の尻雄右(三菱重工業)	恒川隆洋(富士通)
	坪内重夫(日本郵船)	直林真純(日本钢管)
	中島恒生(安立電気)	除村進(富士通)
	飛河子老(協立電波)	藤原良啓(日本無線)
	松本友和(川崎重工業)	村上正彦(日立造船)
	山崎寿男(住友重機械工業)	山下和郎(日本無線)
	吉村裕光(安立電気)	吉本高使(東京計器)
	和美邦正(大阪商船三井船舶)	渡辺健夫(協立電波)

# 目 次

1. 緒 言 .....	1
2. 衛星を利用した船舶の運航システムの研究 .....	4
2.1 船舶(商船)の陸上集中管理並びに陸上支援システムの研究 .....	4
2.1.1 はじめに .....	4
2.1.2 船陸間通信の現状 .....	4
2.1.3 陸上集中管理、陸上支援に必要な情報 .....	9
2.1.4 陸上集中管理センター .....	12
2.1.5 船上システム .....	19
2.1.6 情報伝送 .....	33
2.1.7 外国資料の紹介 .....	39
2.1.8 むすび .....	41
2.2 小型船舶(漁船)の陸上集中管理並びに陸上支援システム研究 .....	42
2.2.1 まえがき .....	42
2.2.2 必要な伝送情報の種類、内容、情報量 .....	42
2.2.3 情報の入出力機器、入出力方法 .....	52
2.2.4 情報伝送方式 .....	60
2.2.5 陸上支援システム .....	69
2.2.6 漁業無線局との両立性 .....	73
2.2.7 むすび .....	79
3. 宇宙通信の特質とその対策の調査研究 .....	80
3.1 海面反射フェージングの研究 .....	80
3.1.1 まえがき .....	80
3.1.2 ブロッキングの実験方法 .....	80
3.1.3 実験結果 .....	88
3.1.4 考察 .....	98
3.1.5 むすび .....	102
3.2 フェージングシミュレータの研究 .....	102
3.2.1 まえがき .....	102
3.2.2 試作シミュレータ .....	102
3.2.3 フィールド実験データとの比較 .....	109
3.2.4 考察 .....	121
4. 海事衛星のその後の動向 .....	122
4.1 M A R I S T A システム .....	122
4.2 I N M A R S A T (国際海事衛星機構) .....	122
4.3 海事衛星に関する実験研究 .....	122
5. 結 言 .....	123

付録 (昭和49年度より昭和53年度報告書の要約)

はじめに

1. 海事衛星システムに関する意識度の調査
  2. 衛星を利用した船舶の運航システムの研究
  3. 現行の通信方式と衛星通信方式の両立性
  4. 通信内容の種別とその伝送容量の研究
  5. 宇宙通信の特質とその対策の調査研究
  6. 装備条件にもとづくハードウェア要求条件
  7. 環境条件の調査
  8. 運用・操作方法とその問題点
  9. 機械的追尾空中線の調査
- 10 電子的追尾空中線の研究
1. 船上の雑音測定と解析
  2. 船舶地球局装置の設計評価
  3. 海事衛星に関する国際会議とシステム調査

## 1. 緒 言

船舶の運航の安全性の向上と効率化は、海運界の健全な発展には欠くことのできない重要なテーマである。そして、この運航の安全と効率化に対して、船舶と陸上の関連部署との通信連絡は、船舶上及び陸上の各種のデータの交換とともに、海上と陸上の関係者が相互にその意志の伝達を行い意見の交換を可能にすることができます。更にまた、航法機能は、船位の測定を通じて危険海域の回避、衝突の防止、最適航路での運航及び万一海上における遭難事故が発生した際の捜索救難活動にとって欠くべくことのできないものである。現在、大洋中の船舶と陸上との通信のほとんどは、短波（HF）または中波（MF）の無線電信及び無線電話に依存しているが、それらは、その電波伝搬等の特性上、(1)雑音の混入に伴なって通信の品質が悪く、(2)使用周波数帯に制限があるため周波数割当が窮屈であるので混信のおそれがあり、(3)電離層の状態に応じて地域別及び時間別の最適周波数の選択の必要性がある一方で、通信不能の時間帯もあり通信の即時性が得られず、(4)技術的制約などから高速データ伝送などの新要求の達成が困難である、などの制約がある。また、航法（船位測定）の分野でも、現存する各種の電子航法システムは、(1)世界中の何処でも、(2)任意の時間に、(3)高精度で測位を行うという要件を満足しておらず、また、陸上において洋上の船舶の動向を監視する機能をもったシステムは近距離海域をレーダで監視するシステムを除き現存していない。従って輻輳海域での航行管制などを今後導入する際には何等かの新システムの導入が必要である。

このような情勢のもとで、宇宙技術の発達は衛星を中心とした高品質な船舶通信と無線測位の可能性を示し、その可能性が多くの実験によって証明されてきた。昭和51年度（1976年）には、アメリカのマリサット（MARI-SAT）システムの衛星が相ついで大西洋、太平洋上及びインド洋上に打上げられ、対船舶用の無線電話とテレックス通信がグローバルに運用されるようになった。昭和53年11月にインド洋衛星用として国際電信電話網が山口に地球局を建設し、開局したので更に、政府間海事協議機関（IMCO）は、昭和47年以来、国際海事衛星システムを設立するための研究を進めてきたが、昭和50年度に2回の国際会議をもって、そのための国際機構の設立の協議を進め、その結果、昭和51年9月の第3回目の国際会議において、国際海事衛星機構（INMARSAT）設立のための政府間協定と運用協定が合意に達して署名のため開放され、各国の批准を待ばかりとなっている。わが国は昨52年にいち早く批准を終り、準備委員会にも積極的に参加している。欧州各国の共用宇宙開発組織である欧州宇宙機関（ESA）の実験用海事衛星であるマロッソ（MARECS）システムの衛星の開発も進めていたが、計画は若干遅れており、衛星名もマレックス（MARECS）と改められ、INMARSATとの関連も検討されている。わが国における、宇宙開発計画の一環として、小型船の利用を含めた実験衛星を開発することも検討されている。

このような船舶の運航への衛星の利用技術の必要性と国際的な動向とを考えると、これらの動向に対応して所要の研究を進めるとともに、国際的な動きにも積極的に参加して行くことが重要であると考えられている。そのため研究調査には次のような項目が含まれる必要がある。

- (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、必要に応じて研究開発を行うこと。
- (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、積極的に利用分野の開発を行うこと。
- (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。

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項目を中心に調査及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及び船上装置の研究」を行うため、第150研究部会（SR-150）を発足させて研究を開始し、昭和53年度はその最終年度である。

第1年度の昭和49年度は、翌50年の4月にIMCOの国際会議が予定されていることを考慮に入れ、また初年度でもあったので

- (1) その当時までの I M C O 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) 第 2 年度以降の研究方針に関する審議とその研究の前提となる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

を行った。第 2 年度の昭和 50 年度は本格的な研究に着手した初年度に当り、次のような研究が行われた。

- (1) 海事衛星システムの調査
- (2) 現行の船舶通信及び電波航法の内容と将来の要求条件
- (3) 通信内容の種別とその伝送容量
- (4) 宇宙通信の特質とその対策
- (5) 装備条件にもとづくハードウェアの要求条件
- (6) 環境条件の詳細
- (7) 運用操作方法とその問題点
- (8) 空中線系（機械的追尾空中線及び電子的追尾空中線）
- (9) 受信処理系
- (10) 船舶地球局装置の設計と評価（仕様項目）

第 3 年度は、第 2 年度の研究の継続に加えて衛星を利用した船舶の運航システムについて、遭難通信と運航者に対する経済評価を中心とした調査研究を行うことにし、次の研究が行われた。

- (1) 海事衛星を利用した船舶の運航システムの研究
- (2) 通信内容の種別、伝送容量の研究
- (3) 宇宙通信の特質とその対策の調査研究
- (4) 電子的追尾方式空中線の研究
- (5) 船上雑音測定用機器の試作と実測
- (6) ユーザ機器の設計評価

第 4 年度に当る昭和 52 年度は、前年度に完了した研究項目を除き、実質的にはその研究の延長及びそれから派生した新研究を行うこととし、次の研究が行われた。

- (1) 衛星を用いた無線測位方式の研究
- (2) 宇宙通信の特質とその対策の調査研究
- (3) 電子的追尾方式空中線の研究
- (4) 船上の雑音測定と解析
- (5) ユーザ機器の設計評価
- (6) 海外調査（海事・航空通信・航法衛星国際会議）

これら 4 年にわたる研究の成果は、それぞれの年度別に 4 冊の報告書にまとめられている。

53 年度はこの研究の予定の最終年度（5 年目）であり、最近の諸般の情勢から、研究期間の延長も考えられたけれども、一応予定通りこの研究としては締くりをつけ、今後、要望があれば、近い将来新研究を行うことが適當ということになった。このような、つきの段階での海事衛星利用の研究の架け橋的な役割をもたせるために、この研究の 2 年目と 3 年目（50～51 年度）に行った船舶の運航システムの研究を、陸上集中管理および支援センタを置くという仮定のもとにもう一度見直し深く検討することにし、今回は商船のみでなく小型船舶という意味で漁船をも対象としてとりあげた。それが研究項目の(1)であって

- (1) 衛星を利用した船舶の運航システムの研究
  - (i) 船舶（商船）の陸上集中管理並びに陸上支援システムの研究
  - (ii) 小型船舶（漁船）の陸上集中管理並びに陸上支援システムの研究

と名付けてある。第 2 の研究項目は前年度の継続である。

(2) 宇宙通信の特質とその対策の研究

であって小項目として

- (i) 海面反射のフェージングの研究
- (ii) フェージングシミュレータに関する研究

の2つをとりあげた。但し(i)については題目とは若干相違はするが、海事衛星船舶局アンテナの前方にある船体構造物などが電波の遮蔽効果を来たして、フェージングの原因となる例があるので、その状況をモデル化して実験し、解析をした。(ii)項は前年度に基本設計の終ったフェージングシミュレータを試作し、海上実験の結果と対比し、これら研究の結果をまとめたのが、この報告書であるが、今年度は最終年度でもあるので、今まで得られた研究成果を要約して付録として付してある。ご参考になれば幸である。

## 2. 衛星を利用した船舶の運航システムの研究

### 2.1 船舶(商船)の陸上集中集中管理並びに陸上支援システムの研究

#### 2.1.1 はじめに

我国海運界は、石油ショック以来の世界経済の低迷、発展途上国の進出等により現在非常にきびしい環境下にあり、経営の合理化が厳しく要求されている。その方策の一つとして最近実用化された海事衛星を利用した船隊の陸上集中管理と陸上支援システムが考えられる。

船隊の集中管理には、単に各船舶の運航データのみならず、貨物荷役状況等各方面各種の大量な情報を一元的に統合し活用する必要があるが、これは海事衛星通信による安定、且迅速な情報伝送とコンピュータによる情報処理技術を利用することによって始めて可能となる。

一方、近年著るしく上昇した船員費等による我国商船の国際的競争力低下を救う為少人数乗組員による運航が具体化しつつあるが、此の実現には船内機器の自動化と共に海事衛星通信による緊密な情報伝達を基礎とした強力な陸上支援体制の充実が条件となっている。

よって過去数年に亘り行ってきた海事衛星利用技術の研究の成果を集約し陸上集中管理と陸上支援システムの具体策につき検討を行おうとするものである。

本システム検討に当り、一応下記項目を前提条件としている。

- (1) 対象船舶は外航商船とし、所要の海事衛星通信設備が設置されている。
- (2) 海事衛星システムのサービス機能はINMARSAT準備委員会で合意された内容による。
- (3) 情報伝送技術、入出力機器の性能は現状若しくは極く近い将来実用が予測されるものによる。
- (4) 船隊運用の規模は、一応我が國中核6社の夫々の支配船隊の規模を想定する。

#### 2.1.2 船陸間通信の現状

船舶通信の実態については、当部会昭和49年度研究報告書(研究資料、No.231 第5章)に記載されているが、集中管理及び陸上支援に必要な通信を検討する参考として、通信内容、発着先別資料及び往来定期船、コンテナ船の貨物関係情報伝送の現状を紹介する。

##### (1) 船舶通信の情報種目及び交信先

前記「船舶通信の実態」に記載された公衆通信の中、無線電報について情報内容及び交信先を船種別に分類した結果を表2.1.1に示す。

表 2.1.1 情報種目及び交信先別通信量

通信種目 発着 交信先	定期船(在来定期船 コンテナ船)				専用船(鉱石、自動車)				タンカー			
	発		着		発		着		発		着	
	本社	支店 代理店	本社	支店 代理店	本社	支店 代理店	本社	支店 代理店	本社	支店 代理店	本社	支店 代理店
船舶動静	% 5.1	% 52.4	% 0.7	% 21.0	% 100	% 34.2	% 7.0	% 2.0	% 16.0	% 19.6	% 13.3	% 7.0
荷役打合		4.0		12.9	1.7	3.3	13.7	8.0	1.3	3.0	18.0	1.6
貨物積付		1.4			0.7	2.3		2.3		1.3	1.6	
荷役報告		2.0			5.7	8.7		5.0	3.0	0.6		
燃料、水等補給	1.0	5.6	3.0	6.3	7.0	1.8	17.0	2.0	21.6	2.9	16.6	
食料、船用品補給		2.4		3.1		4.2		9.6		2.6		4.3
保船関係					3.3	0.7	7.6	2.0	4.0		7.6	
航行支援	0.6	3.0	1.0	10.0		0.7	2.0	4.3		4.6		6.8
乗組員関係	2.3	5.6	5.4	2.4	2.6	3.3	6.0	2.6	5.3	6.0	18.0	1.6
検疫・衛生	0.4	5.9		5.1		3.6		2.3		2.6		
出入荷地事情		8.3		27.6	1.0	3.6		6.6		1.0		3.6
海難関係										①		
乗組員私信				1.5		1.6				3.6		
計	9.4	90.6	11.6	88.4	33.6	66.4	53.3	46.7	54.8	45.2	75.1	24.9
	100		100		100		100		100		100	

此等の通信の殆どは、伝播不安定な短波に依存せざるを得ない為情報伝送の遅延或は不達、或は情報表現の不充分等、陸上固定回線による伝送に比し極めて不満足な状況であった。

又気象情報、航行警報及びニュース等の放送情報は F A X により殆んど受信される様になってはいるが、伝送時間が長大となること、最適周波数の選定、良好受信状態の維持に相当の技術を要する事が問題である。

## (2) 在来定期船関係状報の流れ

商船の運航に当っては、実に数多くの種類の情報書類が必要とされる。その1例として在来定期船の場合を貨物関係情報の動きを中心として図 2.1.1 に示す。

タンカー、鉱石船、自動車船等の如く单一或は少品種の貨物のみを積載し、且特定港間のみを運航するものは、この定期船の場合に比べ関係情報が格段に簡略化される。

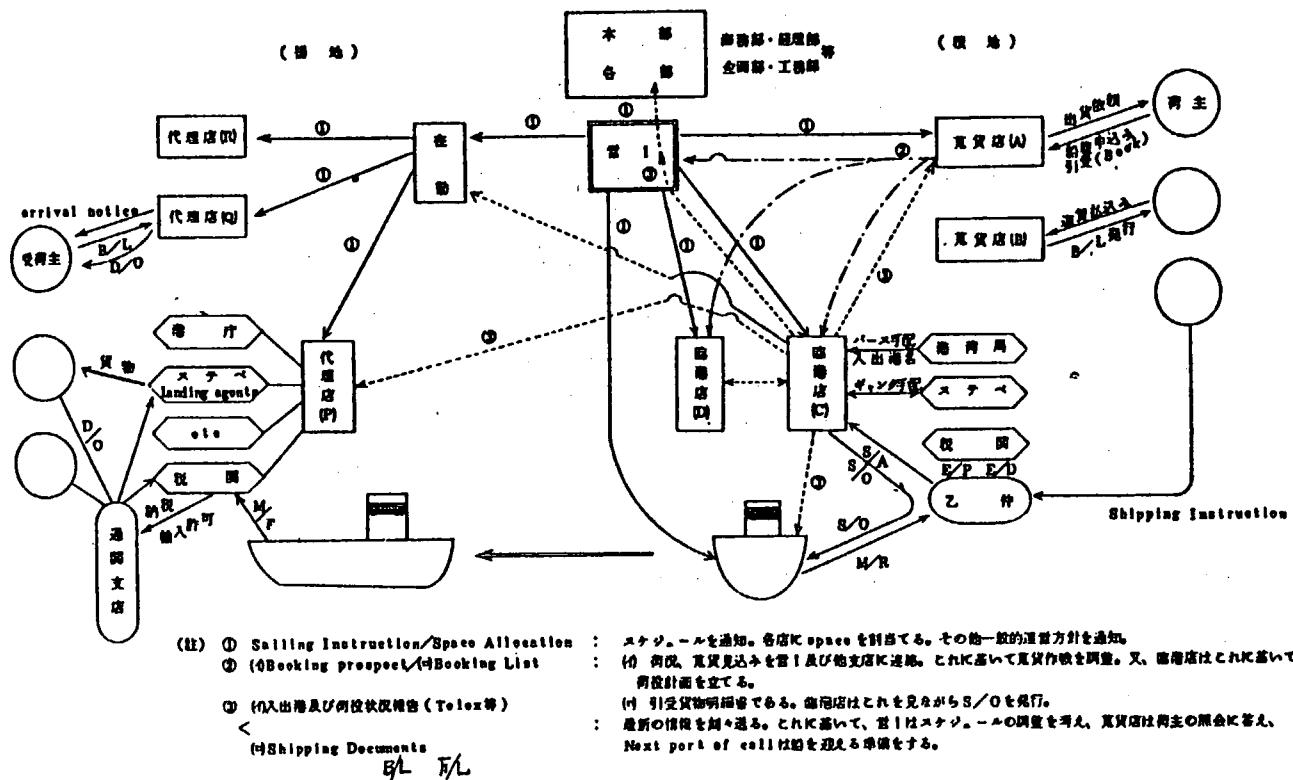


図 2.1.1 定期船業務の流れ（情報の流れ）－在来定期船の場合－

### (3) コンテナ船の情報の流れ

コンテナ船では、在来定期船に比し一段とより大量に且より短時日に情報処理を行う必要がある為、殆どの大手コンテナ船運航会社は関連業務をコンピュータ化している。その内容は、本集中管理システムの原型とも云うべきもので、一般物流関係システムの中でも相当高度且大規模なデータ伝送・処理を行っている1例である。

但し、前述の様に現状では船陸間のデータ伝送が不可能に近い為、本システムは如何にして陸上で関係情報を蒐集し、処理し、且陸上回線のみで伝送するかに苦心しており、この点で問題がある。

図 2.1.2 及び図 2.1.3 にコンテナ船での書類の流れを、図 2.1.4 にコンピュータを利用した社内のドキュメント作成システム要領を示している。1つの荷物に対する B/L から如何に多くの種類と枚数の書類が作成され、必要先に配布されているか了解されよう。

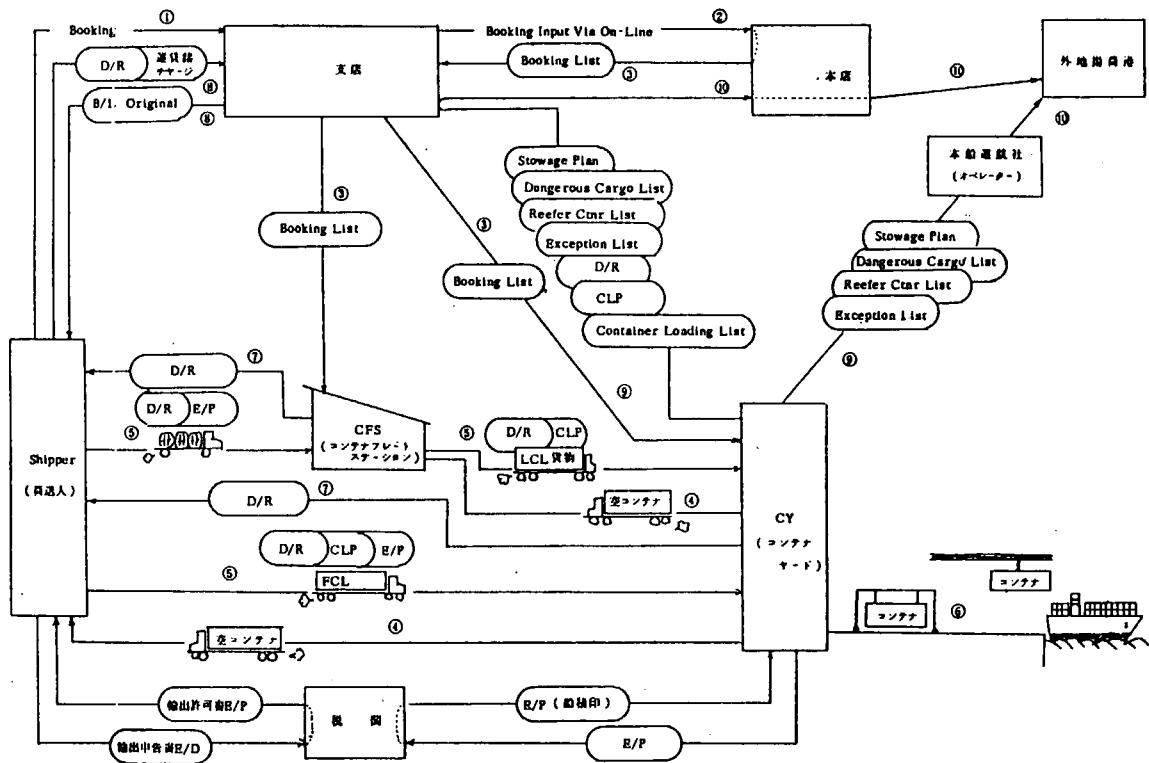


図 2.1.2 コンテナ貨物と書類の旅れ（輸出）

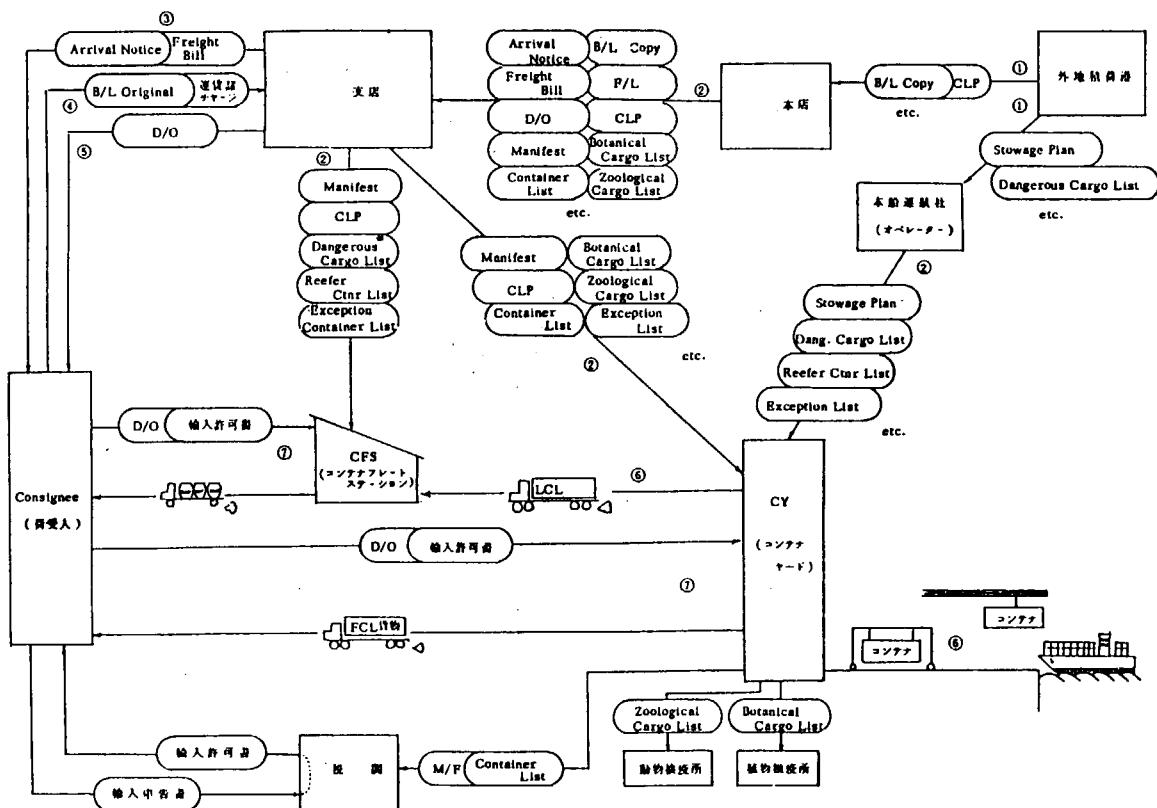
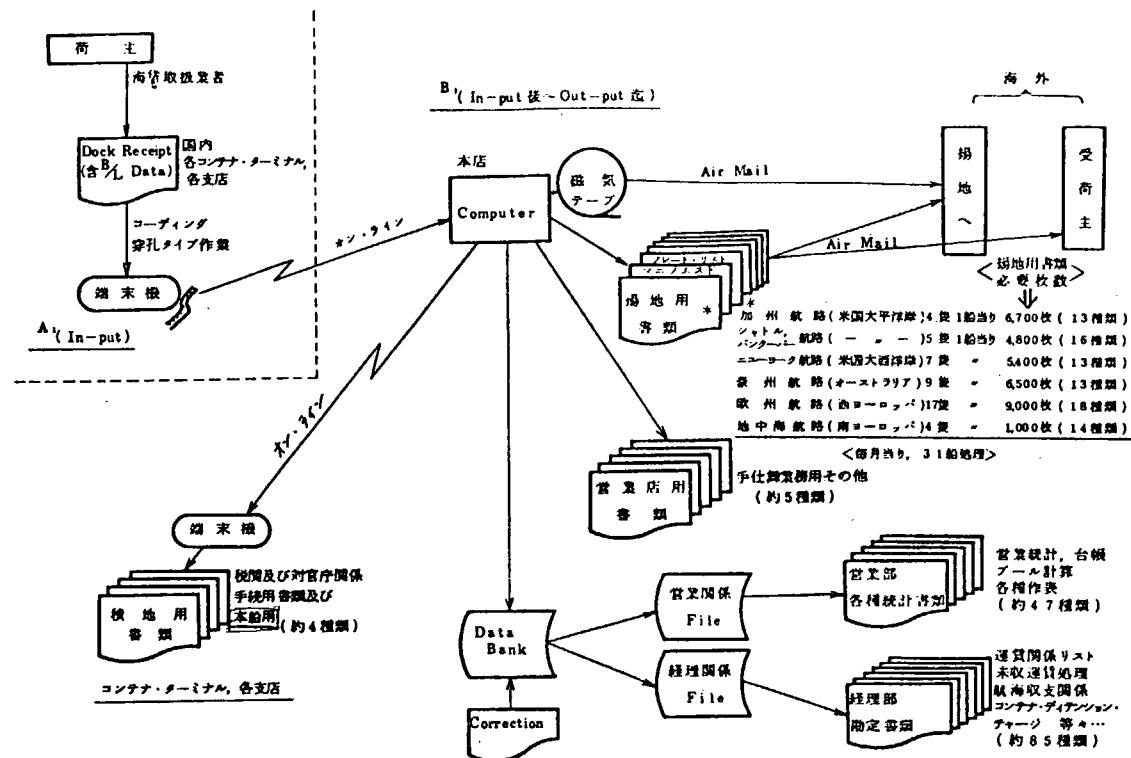


図 2.1.3 コンテナ貨物と書類の流れ（輸入）

Container Documentation System (輸出)



Container Documentation System (輸入)

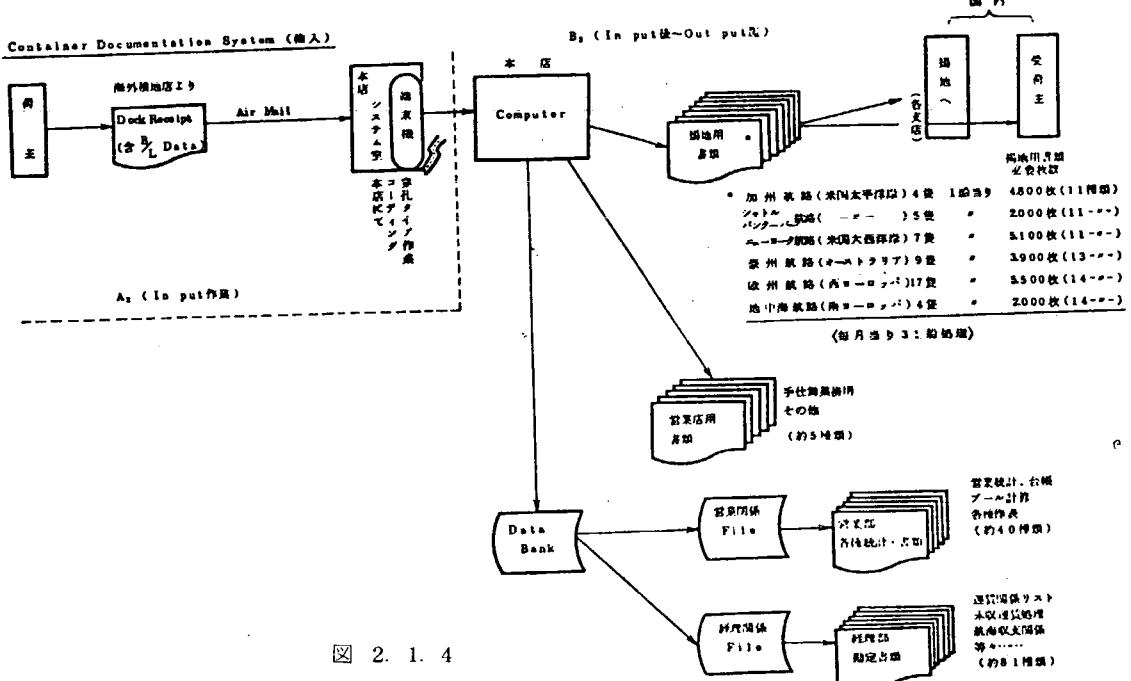


図 2. 1. 4

### 2.1.3 陸上集中管理、陸上支援に必要な情報

陸上集中管理センターによる船隊集中管理と陸上支援にどの様な情報が要求されるか、後述のセンターの機能とその運用効果を勘案して設定した情報種目、伝送経路等を表2.1.2に示す。

表2.1.2

情報種類		伝送経路	伝送手段	伝送頻度	必要理由等
船舶動静	入港予定通知	船←公→企→支代	テレックス	入港前 2~3回	港則法等規定、着桟順位獲得 荷役準備
	出港報告	船←公→企→支代	テレックス	出港時	傭船契約開始確認
	正午位置報告	船←公→企	テレックス	航行中 毎日1回	船位登録、回数多くなる可能性大
	指定場所通過	船→企	テレックス	通過の都度	傭船先要求
	行先指示又は 変更	船←企	テレックス	都度	荷況、港湾滞船等による
	増減速指示	船←企	テレックス	都度	
荷物関係	次航海指示	船←企	テレックス	1度／航海	
	スペース割当	船←企→支代	文書、テレックス	都度	
	引受状況通知	船←企→支代	文書、データ テレックス	都度	特に危険物、嵩物等特殊貨物
	積付可否照会	船←企→支代	テレックス、電話 ファックス	都度	ファックスは特に形状特異の もの
	B/Lコピー	船←企→支代	文書、データ ファックス	出港時	ファックスは特に外地間必要
	S/O	船←支代	文書、ファックス	出港時	
	ストウェージ ラブ	船←企→支代	文書、ファックス	入出港時	ファックスは特に外地間必要
	ハッチリスト	船←企→支代	文書、ファックス	"	荷役時間算定根拠となる
	マニ・フェスト	船←企→支代	文書、テレックス ファックスデータ	"	揚荷用、通過用、ローカル
	危険物リスト	船←公→支代	文書、テレックス	入港時	法定、荷役受人体制準備 (海難は別)
	損傷報告	船←企→支代	文書、テレックス	出港時	クレーム処理、保険処理
	過不足報告	船←企→支代	文書、テレックス	荷役時	
	荷役状況	船→企→支代	テレックス	荷役時	スケジュール調整
	港費報告	船→企→支代	テレックス	出港時	経費速報

情報種類		伝送経路	伝送手段	伝送頻度	必要理由等
船客関係	傭船関係	船←→企	テレックス	都度	傭船開始、解除
	積付チェック	船←→企	データ	都度	積付計画、トリムGM等の計算
	船客リスト	船←→企	テレックス、データ	入出港時	乗組員リストについても同じ
	手小荷物リスト	船→支代	テレックス、データ	入港前	
	各種サービス	船←→支代	テレックス	入港前	上陸地キービス、ホテル予約等
補給	F O , L O	船←→企	テレックス	2/航海	F O消費状況、補油集中管理
	水	船→支代	テレックス	"	
	食料	船→支代	テレックス	"	
	船用品	船→企	データ、テレックス、文書	1/航海	船用品在庫管理
保船	小修繕部品補給	船→企	電話、テレックス、文書	都度	サービス業者間直接連絡もある
	入渠工事	船←→企	テレックス、文書	入渠前	入渠時期・場所決定は船←企
	事故報告	船→企	テレックス、ファックス	都度	
	修理アドバイス	船←企	電話、テレックス、ファックス	都度	サービス業者連絡も含む
	検査指示	船←公企	文書、テレックス	都度	証書発行(ファックス伝送も考えられる)を含む
	検査報告	船←公企	文書、テレックス	都度	
	船体、機関状態報告	船→企	テレックス、データ、文書	1~2/航海	航海終了後のデータファイル提出も含む
航行	気・海象通報	船←公	ファックス、テレックス	ファックス4/日 テレックス2/日	センターへの随時問合せも考えられる
	航行警報	船←公	ファックス、テレックス	2/日	"、ローカルもある
	政治・軍事情報	船←公企支代	テレックス	都度	
	ローカル航行管制	船←公	テレックス 電話	都度	法的運河通航管制も含む、汚染監視を含むTV伝送方式も考えられる
	ローカル港湾管制	船←公	テレックス 電話	都度	

情報種類		伝送経路	伝送手段	伝送頻度	必要理由等
入出港	測位	船→公	データ	4/日又は随時	船位登録とも関連
	気象観測報告	船→公	テレックス	4~6/日	
	時刻照合	船→公	報時信号放送	1/日	
	ウェザーチューニング	船→公企	テレックス	1/日	私企業経営もある
	锚地バース指定	船→公→支代	テレックス	入港の都度	
	検疫	船→公	テレックス	"	無線検疫
	入出力管理	船→公	テレックス文書	入出国の都度	
	パイロット等手配	船→公	テレックス電話	入出港の都度	指定海域航行時も含む
海難	遭難通報	船→公(船)	テレックス電話	都度	
	救難通信	船→公(船・航空機)	テレックス電話	"	
	海難報告	船→公企	テレックス文書	"	保険処理もあり、保船とも関連
	緊急安全通信	船→公(船)	テレックス電話	"	
乗組員係	交代	船←→企	テレックス	都度	
	労務ニュース	船←→企(組合)	テレックスファックス	"	
	給与・時間外	船→企	テレックスデータ	1/月	
	医療・衛生	船→公	電話、ファックス、テレックス	都度	保健情報も含む、スロースキヤンTVによるレントゲン図伝送も考えられる
	ニュース	船→公	テレックス、ファックス、TV	3~6/日	
	家族との交信	船——(家族)	電報、電話	都度	

注：伝送経路中 船は船舶

公は公共集中管理センター

企は企業集中管理センター

を示す。

## 2.1.4 陸上集中管理センター

前記伝送情報から明らかに如く、陸上集中管理は、商船に共通な航行安全、港湾管理等を行う公的機関による公共管理と、各企業或はその協同グループ毎に支配下船隊の管理を行う企業別管理の2つに大別され、且その運用は別個のものとする事が望ましいので、管理センターは公共集中管理センターと企業集中管理センターを2分することとし、その各々について機能、構成等を検討する。

### (1) 公共集中管理センターの機能

本センターは、相当する海域、港湾を航行する船舶に共通して必要な公共的情報をプールし、これにより航行管制、救難、航行支援或は要求に応じた情報提供サービス等を行う。

担当海域、そのセンター設置場所、及び運用方法については、IMO等の国際機関で協定される必要があり、航行警報周知の為具体化されたNAVAREA構想が良い手本となろう。

本センターの主要機能として、次の諸項目が必要と考えられる。

#### (a) 航行船舶の動静把握

現在米国コスチュードで実施しているAMVERの如く、本センターで担当海域を航行する全船舶の船名、位置、動向を本船からの報告、企業センターからの連絡或は本センターでの自動データ蒐集等により、常時把握しデータバンクに登録しておく。又事前に或は報告を求めて各船の主要項目、救助能力、主要貨物（特に原油、LNG等の危険物の場合必要）の内容等も併せ各船毎のデータにファイルしておく。海事衛星に測位機能を附加した場合は、同機能と連動して本船位置データを自動的に更新する事も考えられる。

又対象船舶も商船のみでなく、漁船も含める事が望ましいが、実情からみて実現には問題がありそうである。

#### (b) 海難探知、捜索、救難

本船からの遭難通報、EPIRB通報或は前記登録船が一定時間以上連絡途絶による遭難発生探知等により遭難事実及び状況を把握し、一元的に遭難船救助の為の救助機関への手配、最適救助可能船の選定、救助依頼、其の他必要作業を含む救難活動をコントロールする。

航空機の遭難或は航空機による救難についても同様に取扱うものとする。本部会昭和51年度研究報告第2章「衛星を利用した遭難通信システム」に記載の救難センターの機能がその儘適用される。

#### (c) 航行管理

担当海域内の海、気象観測データの蒐集、同データ及び解析結果、短期、長期予報、流氷警報等の周知。

各種航路標識の改廃、異常、電波測位システムの維持管理、必要データ及び異常状態の周知等の所謂航行警報の周知。

特定海域、狭水道等での航行管制、安全管理。

海洋汚染防止の為の諸規制実施、監視、異常発生時の防除対策管制。

等海域内航行船舶の安全運行を管理する。

#### (d) 港湾管理

担当海域内のバース、錨地の維持管理、利用指定、公共バースの倉庫・荷役設備の維持管理。

水先人、タグボート等出入港或は狭水道、運河等航行援助業務の管理。

消防等防災設備の管理及び同作業の指揮（油濁防止も含む）、補油、補水、船用品補給或は修理機能の維持管理及び情報提供。

ドック等保船設備の情報提供。

航路の浚渫等安全確保、状況周知。

港湾内の航行管制。

## 船舶、設備の検査

- (e) 出入国、輸出入管理  
船客、乗組員の出入国管理  
輸出入貨物、手荷物、船用品及び補修機材の税務管理、動植物検疫、駆駁、熏蒸及び消毒の管理。
- (f) 乗組員関係  
船員職業紹介  
病院、診療所、厚生センター等の維持管理。  
ニュース提供

此等の機能は当然1つのセンター（港湾管理及び出入国、輸出入管理は夫々の地域のローカルセンター）に集中して運用されることが望ましいが、国家行政機関の職能等の関連で、必しも集中出来ない可能性が強い。現状の日本の機関としては、海上保安庁、税関、検疫所、出入国管理事務所、気象庁、船員病院、海事局或は地方港湾局等があり、近い将来に統合する事はあり得ない。但し此等の諸官庁等の情報を出来る限り1ヶ所に集中し、データバンクとして構成、各担当所で必要事項別のファイルを容易に作成或は本船よりの要求データを容易に読み出しえる様にすれば、両者或は関係船社の事務処理が迅速且正確に行える様になる。

## (2) 企業集中管理センター

本センターは企業毎に或は各企業が共同して設立したグループ毎に、傘下運航船腹の集中管理による運航効率の向上及び各船に対する有効な陸上支援を行うためのものである。所謂海運会社の本社機能を基礎として支店、代理店の機能の一部及び海事衛星による各種の情報等を加えた総合輸送管理システムの1部を形成し、海運企業の業務処理の合理化、効率化、近代化を図り、全社的意志決定を最適とする為の支援システムとすることを目的とする。本センターは下記諸機能を包含している。

### (a) 企画、計画

国際物流システムの1部である海運を企業としてより効率的に運営するために、航路計画、最適船の新造、転配による船隊整備、長・短期の配船計画、コンテナ等関連機材の整備等主として設備投資に関する機能である。

計画開始に当っては運賃収入予想、運航費用等の各種情報をもとに投資効率を計算し判断する。更に一定期間毎に同期間中の実績を分析し問題点があれば早急に改善する必要があり、後述の運航関連費用のセンターへの即時報告が求められる。

### (b) 貨物情報の収集・調査

上記企画のための情報の収集、分析、加工及び運送貨物蒐貨（客船では船客誘致）のための対策資料を作成する。

例えば過去の輸出入資料分析、産業動向調査による荷動き予測、世界の傭船市場動向分析による適正傭船の選定或は傭船料の設定、更には現地蒐荷店からの情報による良質貨物の選別を行い、これらより得た蒐荷資料、蒐荷方針を迅速に現地蒐荷店に伝達して蒐荷力の強化を図る。

実際業務上でも、蒐荷店での貨物予約を即時にセンター及びセンター経由関係先に連絡して、必要船腹或はスペースを確保或は直ちに予約先に諾否を回答出来る等、対荷主サービスの向上と機会逸失の防止が可能となる。

### (c) 運航管理

#### (i) 本船動静把握、荷役状況把握

海事衛星通信を利用した各船からの定時位置報告、荷役現状報告により、常時センターで全船舶の動静を正確に把握する。

港湾滞船或は荷動き等による運航調整或は海気象に応じた最適運航の管理、安全管理が可能となる。（ウェザーラーディングを含む）

#### (ii) 船体、機関等の状況監視、管理

各船の積載貨物の状態、船体各部の応力等の状態、機関プラントの状態等をセンターで集中監視し、異常予測と事故防止を図る。且異常発生時、センターでの専門家からの適切な助言による早期復旧或は救援を図る。或は最適入渠時期を判定し易くなる等保船管理が容易となり、各船の安全が確保される。

#### (iii) 補給管理

燃料油を始めとして船用品、保守部品等の補給を集中管理し、補給の円滑化と補給コストの低減化を図る。且船内の在庫管理の陸上移管による合理化が可能。

#### (iv) 乗組員管理

乗組員の乗下船管理、健康管理をセンターで行い、且心電図等の伝送による遠隔診断と適切な治療が可能とする。現地店或はWHO等の情報による伝染病感染予防措置の徹底も確実に実施出来る。乗組員と家族との交信容易、各種ニュースの提供増大で乗組員の士気高揚、人間関係円滑化が期待出来る。

#### (v) 船内事務合理化

従来、本船乗組員作業により作成されていた大量、多種の出入港関係書類或は給与計算等を本センターで作成し、逆送或は陸線伝送することにより本船作業の大巾な軽減を図る。特に通信が不便な発展途上国寄港時、或は次荷役港迄の航行期間が極く短い場合等、陸上回線経由では、必要書類が間に合わぬ場合があり兎角トラブルが発生し勝であるが、センター経由ファックス、データ伝送で伝送することにより、荷役手配がスムーズに行えると共に船内事務の負担も減少する。

此等の機能は、船隊の運航効率のみならず、少数乗組員運航に対する陸上支援の重要な要素である。

船内荷役関係書類、入出港書類作成の陸上移管、給与計算の陸上移管、本船船用品等の在庫管理の陸上移管等の船内事務合理化による 内作業の直接軽減と共にウェザーラーニング、積付プラン及び船体条件のチェック或は保船管理等陸上センターから適切なアドバイスによる安全運航維持が、専門知識の浅い所謂船舶士構想による乗組員にとって不可欠な陸上支援である。

#### (d) 財務

企画の項で述べた様に、各船の運航関係費用（荷役費、運航費、修繕費等）及び運賃等のデータを早期、且正確に入手し、センターで迅速に本船運航採算ひいては船隊全体の収支、会社経営状況を把握する。適確且即応した対策が実施可能となり、採算向上財務改善が期待出来る。

現在各船社とも外地代理店よりの入金回収が円滑でなく対策に苦慮している処であり、経費概算が本船報告で即算出来れば回収交渉が容易となる等、代理店管理の有力な手段となる事が期待される。

#### (e) 其の他

図2.1.4 コンテナ船ドキュメントシステムで示されている様にB/Lデータをもとに各種の営業統計、経理統計等をはじめとする有用な書類、統計が容易に作成可能となり、経営判断、営業活動促進の資料となる。

又各種情報処理のコンピュータ化により、業務処理の迅速化担当人員の節減が可能となる。

### (3) センターの構成

#### (a) 全体概念

船舶集中管理センターの全体概念図を図2.1.5に示す。

#### (b) 企業陸上集中管理センター

企業の陸上集中管理センターのシステム概念図を図2.1.6に示す。センターのもつ制御機能としては、大きく分けて次の2つがある。

- オンライン機能：船舶、支店、代理店間のデータの送受信及び処理。

- バッチ機能：企画、計画、貨物情報収集調査、未捌き荷物及び未収運賃管理、財務、経理、運航管理（動静把握、荷役状況把握、保船管理、積付及び船体機関状況把握、各種補給乗組員管理）

このためセンターハブはデュアルレックスシステムとする。また計算機の規模としては、その業務内容、規模から大型～超大型システムとなろう。

次にこのシステムの構成要素として、以下の装置が必要となる。

- 磁気ディスク装置
- 磁気テープ装置
- ファクシミリ装置
- ディスプレイ装置
- プリンタ装置
- フレキシブル・ディスク装置
- カードリーダ装置
- 手書き文字読取り装置
- 通信制御装置

これらの各々の装置の現状の技術水準について、表2.1.3に示す。

次に、この中で船舶との間で送受信される情報について、その情報量を洗い出し、これについては、必要な最大ファイル容量を見積った。その結果、約3,000MBのファイル容量が必要なことがわかった。（表2.1.4参照）

これは、ファクシミリ情報をすべてイメージ情報として格納しているので、ファイル容量が多くなっているがファクシミリ装置の台数をふやしセンターに送られてきた情報は順次帳票として出力していくような運用を考えれば、これよりファイル容量は少なくてすむことになる。

又、船体機関状況報告の様な情報については、定常的データは伝送せず、本船内の集約、解析結果或は異常点データのみを伝送する様にすれば、必要容量は担当合理化可能であり、実際にそうしなければ設備費用、運用費用とも経済性が成立しないと推測される。

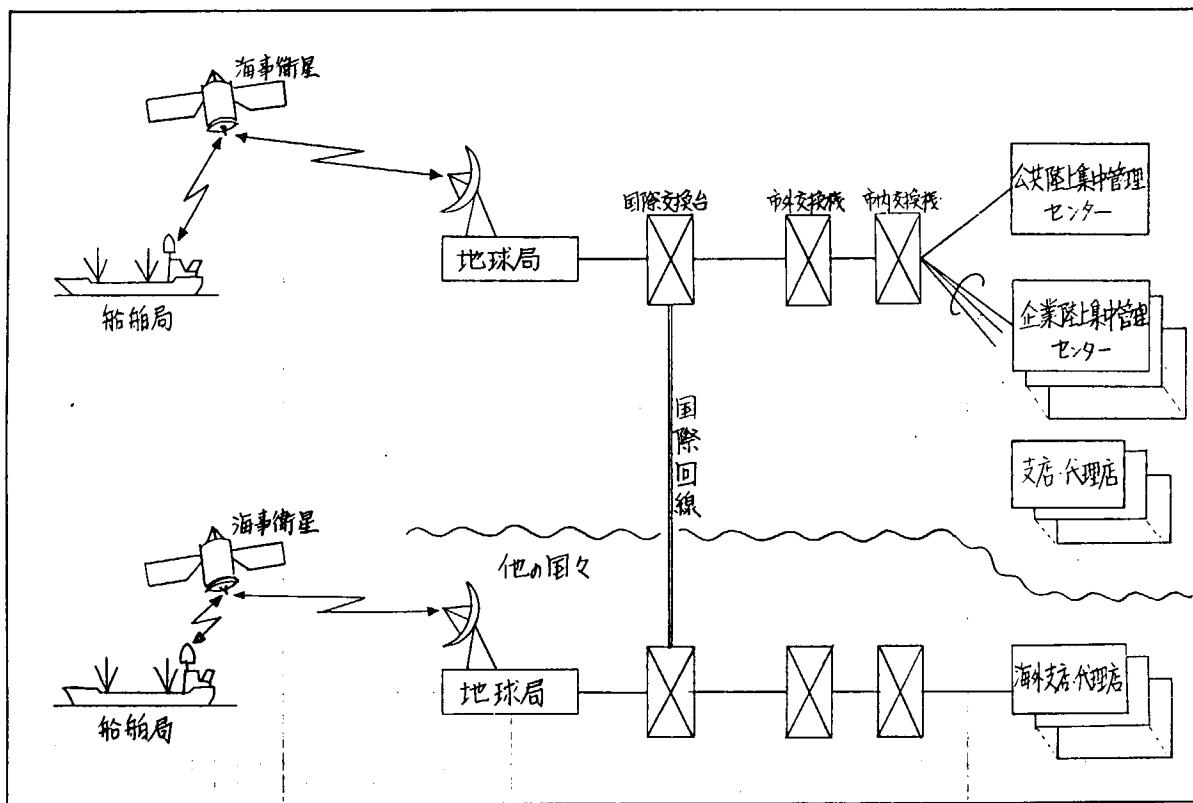


図 2.1.5 集中管理センターシステム概念図

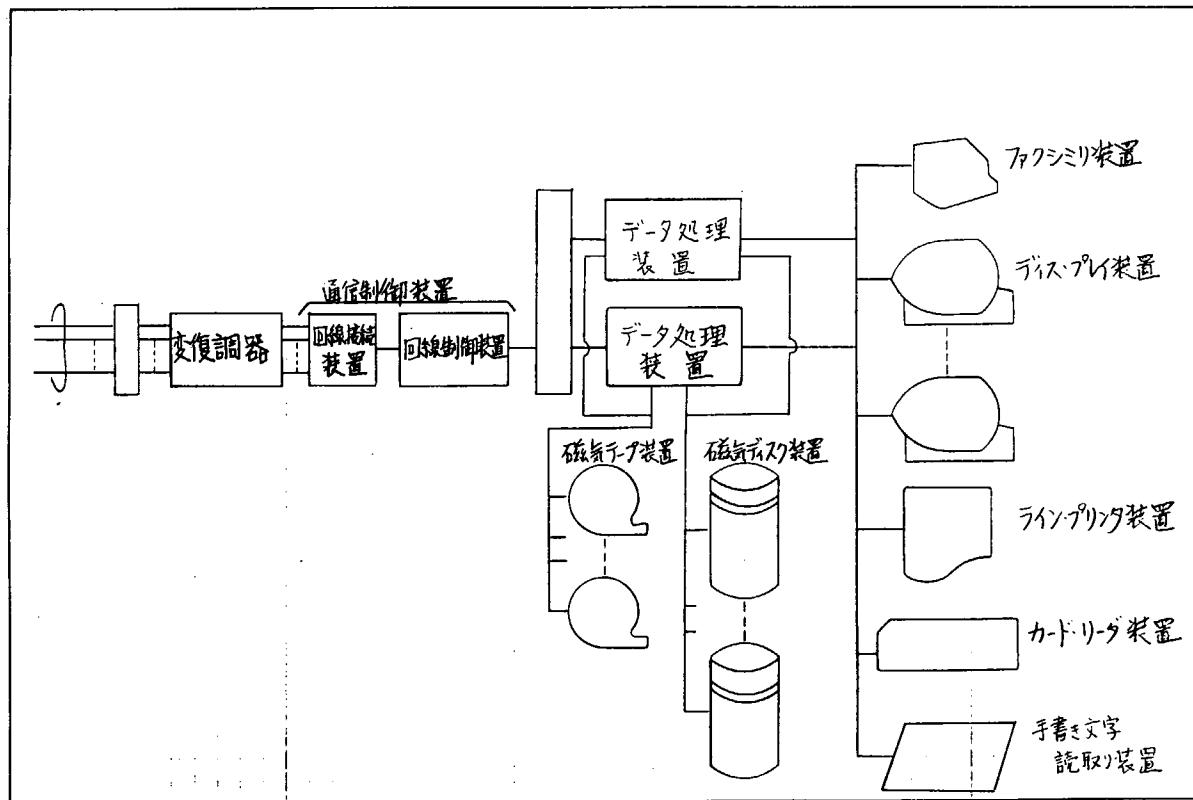


図 2.1.6 企業・陸上集中管理センターシステム概要図

表2.1.3 日本の各入出力装置の現状技術水準(80年代前半も含む)

項目	機能	構成要素	主要性能	通信制御装置	手書き文字読み取り装置
① 分解能 用紙サイズ A 3 判 長辺フリーアイテム 電送時間 B 4 判標準原稿 接続可能 H D L C 手順の採用 蓄積交換機能	① 表示文字数 ② フラフイカル 表示可能 ③ 表示色 ④ C R T 表示素子が多い。 ⑤ 将来は、 2.0 秒 (9,600BPS) コントローラ の接続可能 H D L C 手順 の採用 蓄積交換機能	ディスプレイ装置 (キャラクタ) プリンタ装置 (インバクト方式のみ) ① ラインプリンタ (1行 = 136 文字) ② データ転送速度 ・印字方式 ドラム式、 ベルト式 タイフル式 シリアルブリ ンク 液晶、E L, レーザ、プラズ マなどの表示素 子の実用化が行 われ、高信頼度、 低コストの装置 が出現する。	① レジスト ・記憶容量 1 B M (メガバイト) ② データ転送速度 1,000 行／分 3,000 行／分 7 色 300 KB/S ③ 呼出し時間 2.5 ms 8.3 ms ④ 自動接着機能 ⑤ 最大 200 字／秒 ・印字方式 ドット式 (拡大文字可能)	① フレキシブル・ ディスク装置 ② 磁気ディスク ・バッファ装置 ③ データ転送速度 3,000 MB 1,600 r p i ④ データ転送速度 1,200 KB/S 300 KB/S ⑤ 呼出し時間 2.5 ms 8.3 ms ⑥ フレーム同期 SYN同期、 調歩同期、 フレーム同期 特定公衆回線	① 収容回線数 1 ~ 512 ② 回線速度 (BPS) 50 ~ 48 K ③ 通信方式 全二重通信、 半二重通信 ④ 同期方式 同期、 SYN同期、 フレーム同期 ⑤ 回線種別 特定公衆回線
① 8 本／mm ② 用紙サイズ A 3 判 長辺フリーアイテム 電送時間 B 4 判標準原稿 接続可能 H D L C 手順の採用 蓄積交換機能	① 表示文字数 ② フラフイカル 表示可能 ③ 表示色 ④ C R T 表示素子が多い。 ⑤ 将来は、 2.0 秒 (9,600BPS) コントローラ の接続可能 H D L C 手順 の採用 蓄積交換機能	① ラインプリンタ (1行 = 136 文字) ② データ転送速度 1,000 行／分 3,000 行／分 7 色 300 KB/S ③ 呼出し時間 2.5 ms 8.3 ms ④ 自動接着機能 ⑤ 最大 200 字／秒 ・印字方式 ドット式 (拡大文字可能)	① 記憶容量 3,000 MB 1,600 r p i ② データ転送速度 1,250 KB/S 320 KB/S ③ データ転送速度 1,200 KB/S ④ フレーム同期 SYN同期、 調歩同期、 フレーム同期 特定公衆回線	① 読取り速度 度 2,000 枚／分 1,250 枚／分 (マーカー読み取機構付) 1,200 KB/S 320 KB/S	① 読取り速度 4 ~ 800 枚／分 ② 読取速度 活字：英字 記号 ③ 読取行数 1 ~ 33 行／ページ
① 8 本／mm ② 用紙サイズ A 3 判 長辺フリーアイテム 電送時間 B 4 判標準原稿 接続可能 H D L C 手順の採用 蓄積交換機能	① 表示文字数 ② フラフイカル 表示可能 ③ 表示色 ④ C R T 表示素子が多い。 ⑤ 将来は、 2.0 秒 (9,600BPS) コントローラ の接続可能 H D L C 手順 の採用 蓄積交換機能	① ラインプリンタ (1行 = 136 文字) ② データ転送速度 1,000 行／分 3,000 行／分 7 色 300 KB/S ③ 呼出し時間 2.5 ms 8.3 ms ④ 自動接着機能 ⑤ 最大 200 字／秒 ・印字方式 ドット式 (拡大文字可能)	① 記憶容量 3,000 MB 1,600 r p i ② データ転送速度 1,250 KB/S 320 KB/S ③ データ転送速度 1,200 KB/S 320 KB/S ④ フレーム同期 SYN同期、 調歩同期、 フレーム同期 特定公衆回線	① 読取り速度 度 2,000 枚／分 1,250 枚／分 (マーカー読み取機構付) 1,200 KB/S 320 KB/S	① 読取り速度 4 ~ 800 枚／分 ② 読取速度 活字：英字 記号 ③ 読取行数 1 ~ 33 行／ページ

表 2.1.4 企業管理センタにおけるデータファイル容量の見積り

本見積は、国内某船会社の支配下在来定期船 180 隻を対象に推定した。その平均一航海所要日数は 60 日、運航日はその 60 %、1 航海中の寄港地は 12 港である。

情報の種類		1回の情報量	回数	船数	総情報量
船舶動静	入港予定通知	50B	3×12	180	324KB
	出港報告	500B	3×12	180	3,240KB
	正午位置報告	50B	3×12	180	324KB
	指定場所通過	50B	5	180	45KB
	行先指示又は変更	50B	2	180	18KB
	増減速指示	50B	2	180	18KB
	次航海指示	500B	1	180	90KB
荷物関係	引受状況通知	1,000B	1	50	50KB
	積荷可否照会	48KB	6	180	51,840KB
	積付プラン	48KB×6	2	180	103,680KB
	マニフェスト	48KB	250	180	2,160,000KB
	危険物リスト	500B	8	120	480KB
	損傷報告	500B	6	18	54KB
	過不足報告	500B	6	18	54KB
	荷役状況	500B	24	180	2,160KB
	港費報告	500B	12	180	1,080KB
	備船関係通知	500B	1	18	9KB
船客関係	船客リスト	120×400B	2	5	480KB
	手小荷物リスト	20×400B	2	5	80KB
補給	F.O.・L.O.	200B	2	180	72KB
	水	200B	2	180	72KB
	食料	3,000B	1	180	540KB
	船用品	10KB	1	50	500KB
保船	小修繕部品補給	30KB	1.5	180	8,100KB
	入渠工事	60KB	1	30	1,800KB
	事故報告/復旧アドバイス	48KB×2	4	18	6,912KB
	検査指示	300B	2	30	18KB
	検査証書・報告	48KB×3	1	30	4,320KB
	船体、機関状況報告	1,000KB	1	180	180,000KB

情報の種類		1回の情報量	回数	船数	総情報量
航行	特定海域航行規制	3,000B	2	90	540KB
	政治、軍事情報	3,000B	2	1	6KB
	港湾	3,000B	2	30	180KB
	測位	100B	36×4	180	2,592KB
乗組員	気象報告	100B	36×4	180	2,592KB
	交代	300B	1	180	54KB
	給与・時間外	3,000B	2	180	1,080KB
	労務情報	48KB	2	1	96KB
	組合情報	48KB	2	1	96KB
入出港	医療	48KB×2	6	3	1,728KB
	入出国管理	100B	10	180	180KB
	バース等指定	50B	6	180	54KB
	検疫	50B	10	180	90KB
海難	水先人関係	30B	6	180	32.4KB
	遭難通報	500B	1	1	0.5KB
	救難通信	1,000B	5	8	40KB
緊急安全	緊急安全	200B	1	36	7.2KB
総計					2,536MB

### 2.1.5 船上システム

#### (1) 船上システム運用の概念

##### (a) 運用の考え方

船舶上に搭載したシステムを運用する場合、極力乗組員にオペレーション負荷をかけないことが前提となり、その為に、装置に要求される機能としては、

- 無人化運転
- 容易なオペレーション（ワンタッチ操作）

が必要となる。

又、実際に入出力装置を利用した運用として以下のものが考えられる。

- (イ) ファクシミリ装置による各種情報の送受信
- (ロ) ディスプレイ／プリンタ装置による各種情報問合せ
- (ハ) 各種船体機器計測データの自動収集装置
- (ニ) 各種船用品等更新データのエントリ装置
- (ホ) 船位測定及び通報

(ヘ) 接岸時の陸上回線との接続（陸上回線の発達した先進国）

(ト) バッチ処理

- 燃料消費予測
- 積付図、各種リスト等の編集
- 積荷予測及びシミュレーション

具体的な機器構成モデルについては(2)船上システム構成を参照のこと。

(イ) ファクシミリ装置により各種情報の送受信

ファクシミリ装置の運用としては、

- 航行支援用情報
- 揚積荷情報（積付図：stowage plan, あるいは海外で発生する。積荷目録：manifest, 危険品リスト：dangerous cargo list 等イメージ情報）
- 保船上の情報（機器修理等の援助用図面又は見取り図）
- 医療関係情報（心電図）

などのデータの一括送信などに適用される。

特に、次の帳票類又は、特別な荷姿の貨物積付等の図面をファクシミリで送ることにより、ファクシミリ装置の利用価値が向上する。

- calling port situation 又は海域、運河等の状況  
何か変わった状況が発生した場合
- loading cargo 依頼：荷姿を通知、特殊荷物積上の打合せ
- stowage plan : 積付図面
- manifest : 貨物全体の把握
- 各機器修理用図面又見取り図等

又、運用面では、ファクシミリデータは蓄積型とし、船上では必要なときに帳票の送り出し、取り出しを可能とし乗組員の負荷軽減をはかる。

(ロ) キーボード・ディスプレイ及びラインプリンタ装置による各種情報問合せ及び伝送

これには、船内各種状況（船体、機関状態及び航行状態）等の検索及び伝送（自己診断）と企業内センタや公共センタへの情報の問合せ（リクエスト方式）とがある。

操作性の面からライトペンやファクションキーを使用したワンタッチ操作、ガイダンス方式（会話形式）等が望ましい。

(ハ) 各種船体機器計測データの自動収集装置

一般的に呼ばれているセンサー・ベースで、航行状況、船体及び貨物の状況、プラント運転状況の自動計測を行い、一航海単位でデータを蓄積しておき、必要な時にデータの取り出しが可能とする。  
又、一航海終了後フレキシブルディスク装置に取り出し、航行記録として企業内センタに渡す。

(ニ) 各種船用品等更新データのエントリ装置

船内事務の合理化を目的とし、各種船用品、保守部品、消耗品等の在庫管理を行う。

ディスプレイ装置を利用し、リアルタイムに在庫更新を行い、必要な時期に問合せ、補充品等の注文をセンタに行う。

(ホ) 船位測定及び通報

ロランC、オメガ、NNSSあるいは衛星システムなどの船位測定法により、船位を正確に知り、併せてスピード、コース、海況、気象状況、残距離、ETA等必要な時にセンタに通報することも出来る。又は、センタより自動読出しにより伝送させる方法も考えられる。

(イ) 岸壁接岸時陸上回線と接続

岸壁接岸時には、陸上回線との接続が可能となり、このラインを使用することにより、入港中であっても船上システムを有効に利用することが可能である。

(ロ) その他バッチ処理

陸上の企業内センタに処理を依頼し、結果を受信する。すなわち、船の計算機で情報処理出来ないものは、データをセンタに送って処理してもらい、結果をフィードバックする。

(ハ) 情報伝送径路

海事関係情報伝送径路としては図 2.1.7 に示す径路が考えられる。

(イ) 企業内センタから船舶へ情報を伝送する場合

ファクシミリで送る時も、データ通信で送る時も、ともにすべての基本的情報をもつセンタからセンタ → 国内回線 → 地上局 → 衛星 → 船舶局 の径路で送られる。

船上システムでは、一度受けたデータをディスク装置に蓄積しておき、同時に送られてきたデータのアイテム名をプリントアウトしておく。

船上において情報が必要になった時点では、アイテム毎に出力要求を行い、ドキュメントとしてプリントアウトされ、これを利用することになる。

(ロ) 次に、船舶から陸上の企業内センタに情報を伝送する場合は、上記の径路の逆をたどる。すなわち、ファクシミリ情報の場合は、船上で発生した情報をファクシミリ入力装置にセットする。送信データはいったんディスク装置に蓄積され、回線接続をまち、データは一括して船舶局 → 衛星 → 地上局 → 国内回線 → センタの径路で送られる。

これらの概念について図 2.1.8 に示す。

(2) 船上システムの構成

(ア) ハードウェア構成

以下の機能を円滑に運用するための船上システムのハードウェア構成を図 2.1.3 - 4 に示す。

(イ) ファクシミリ装置による各種情報の送受信

(ロ) キーボード・ディスプレイ及びラインプリンタ装置による各種情報問合せ及び伝送

(ハ) 各種船体機器計測データの自動収集装置

(ニ) 各種船用品等更新データのエントリ装置

(ホ) 船位測定及び通報

(ヘ) 接岸時の陸上回線との接続

(ト) その他バッチ処理

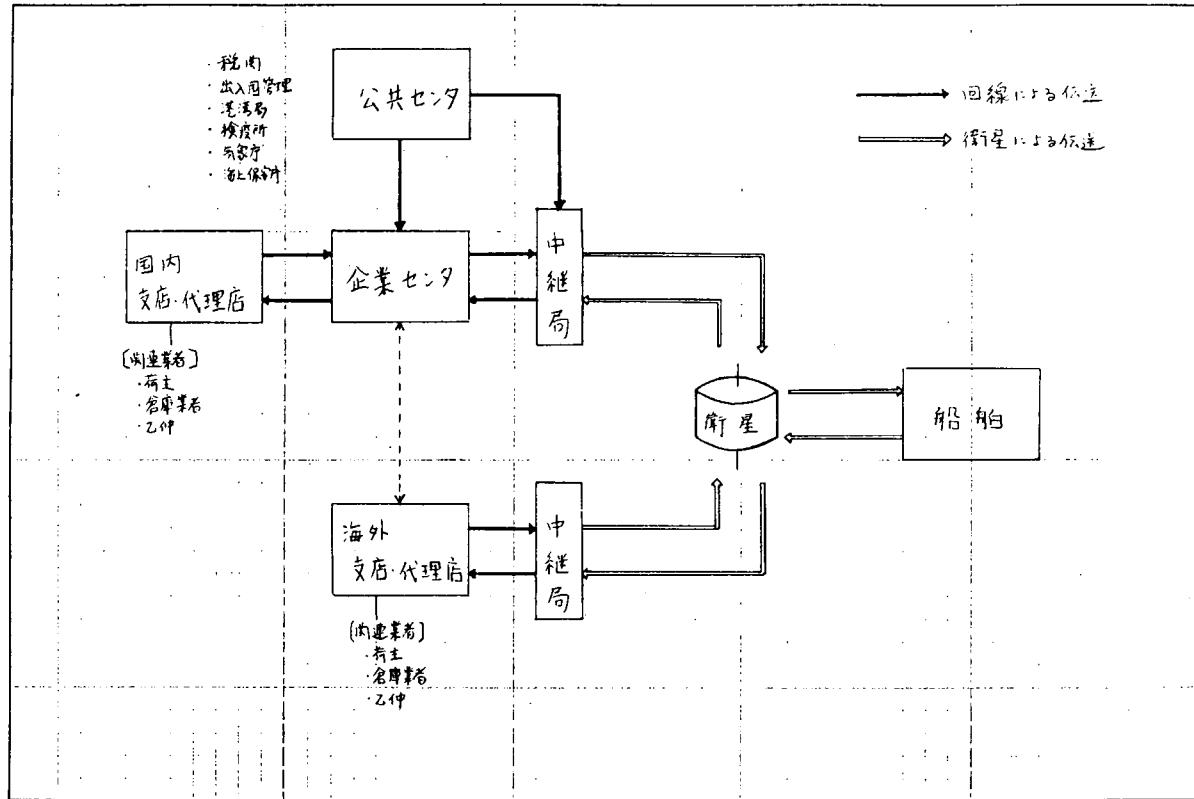


図 2.1.7 伝送経路概念図

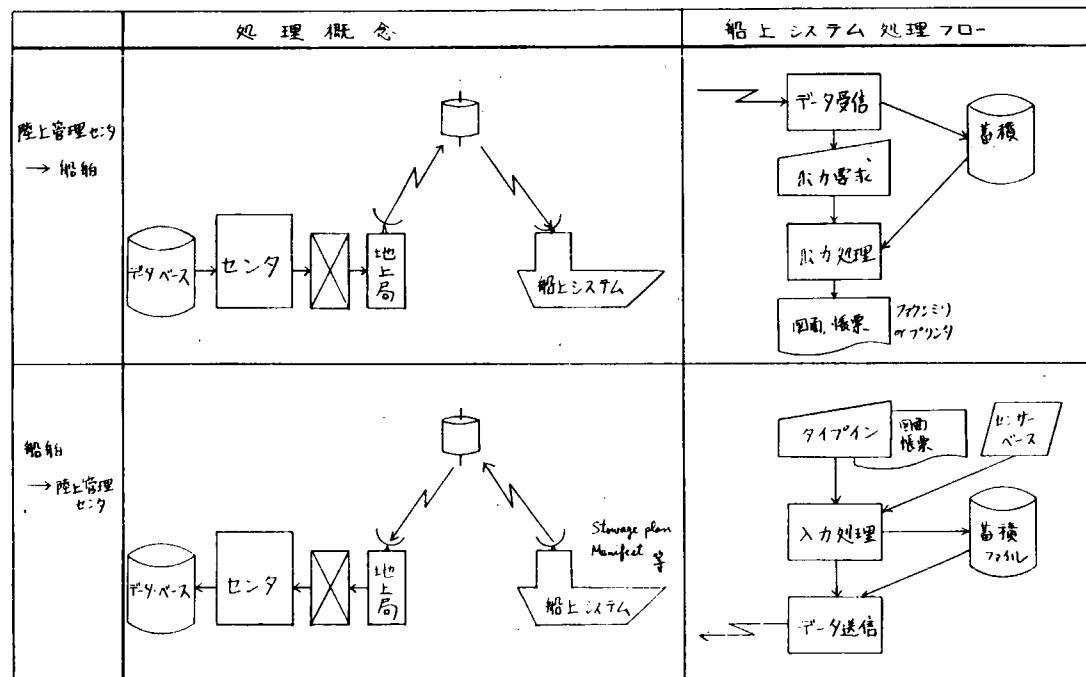


図 2.1.8 船舶と陸上管理センタ間の情報伝送

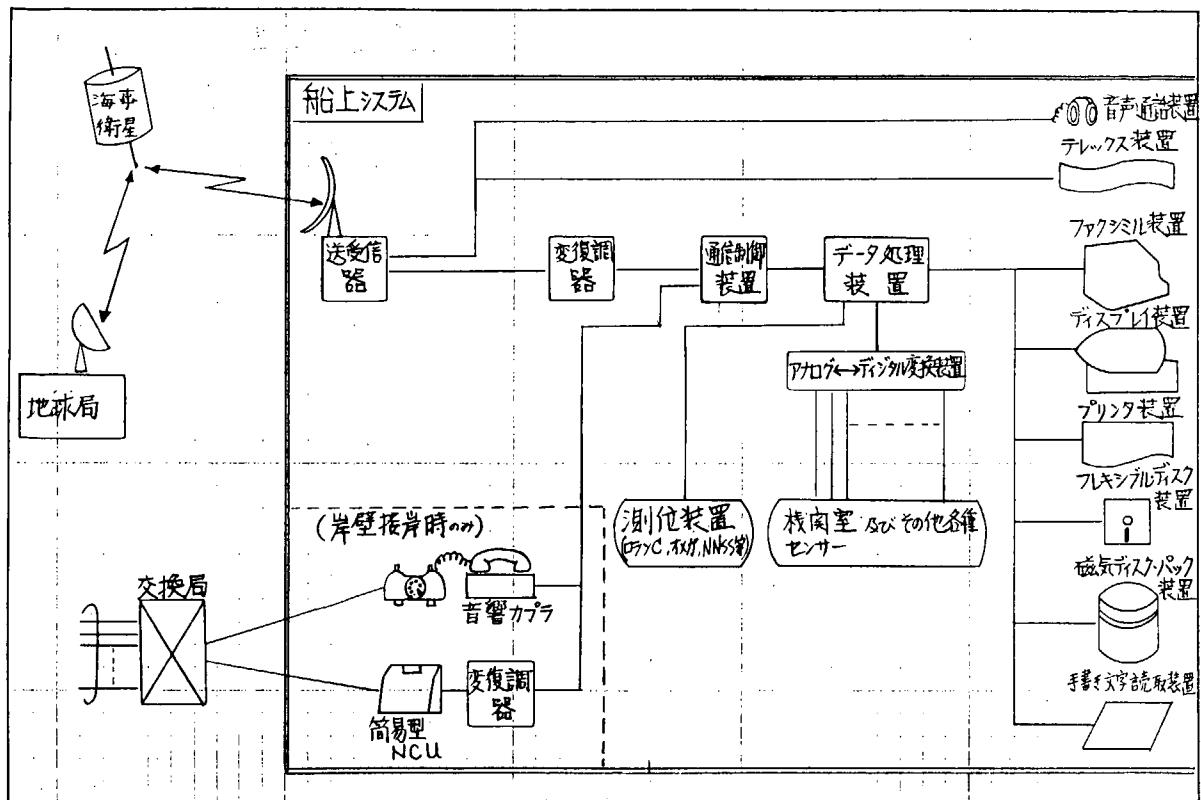


図 2.1.9 船上システム概略図

#### (b) 情報伝送時間

高速データ伝送については、1200BPS, 2400BPSを利用して情報伝送時間を見積った。この場合、伝送時間は送る文字数に比例する。

ファクシミリ装置については、その情報量の多さから一般に伝送時間がかなりかかることが想定される。帳票1枚を伝送する時間は帳票の大きさ、走査線密度、伝送路の許容周波数帯域によって決ってくる。すなわち送信帳票の伝送情報量は1枚の張票の総画素数であり、伝送帯域幅は1秒間に伝送可能な画素数によって決まる。さらに、総伝送時間は送る帳票の枚数によって決まってくる。

ここでは、前提条件として張票はA4, B4を考え、伝送帯域としてはディジタルの2400, 1200BPSを考える。見積りの範囲は図2.1.10に示す。

テレックス及びファクシミリによる情報伝送に要する時間の見積り結果をそれぞれ表2.1.3-2に示す。

尚、見積りを行う際に使用した計算式は下記の通りである。

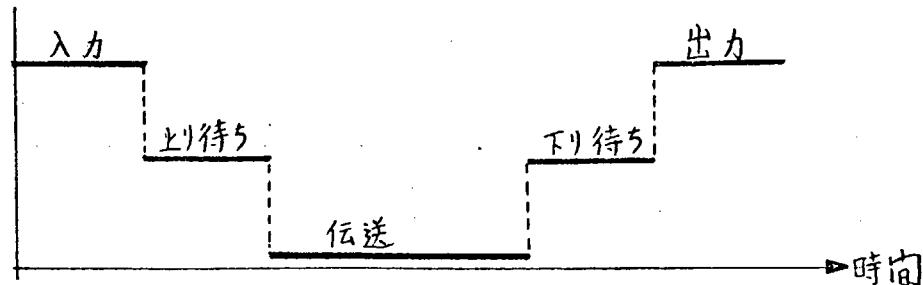
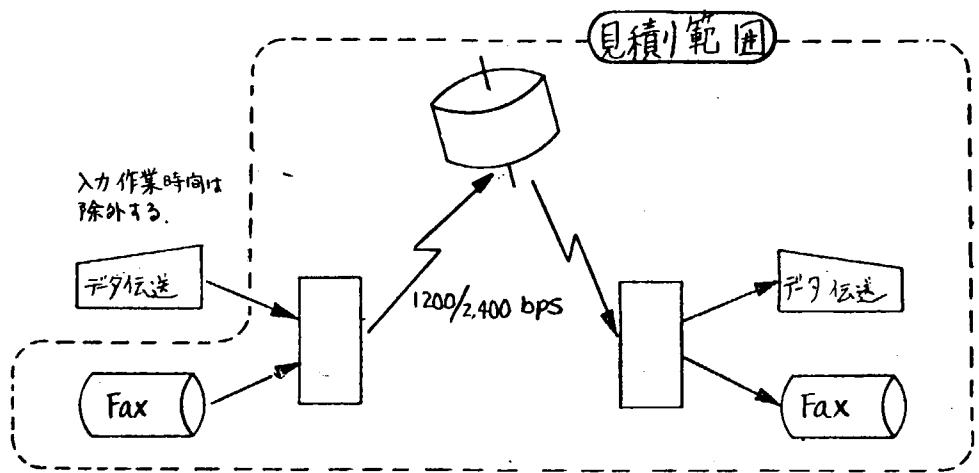


図 2.1.1.0 見積りの範囲

(イ) データ伝送

$$\text{伝送時間} = \frac{(\text{文字数}) \times (6\text{ビット}/\text{文字})}{(\text{回線速度})} + (\text{delay}) + (\text{待ち時間}) + (\text{印字時間})$$

(注) delay : 衛星回線の伝送の delay (270ms)

待ち時間 : 衛星の接続時間 (10~20秒)

(ただし、自動交換が可能になった場合)

(ロ) ファクシミリ

$$\text{伝送時間} = (\text{実測値}) + (\text{delay}) + (\text{待ち時間})$$

実測に用いたファクシミリ装置の性能は表 2.1.3-3 に示す。

表 2.1.5 実測に用いたファクシミリ装置の性能

	送信部	受信部
原稿サイズ	標準 JIS B4判(257mm×364mm) 最大 JIS A3判(297mm×420mm)	
記録紙サイズ		幅 257mm, 長さ約 100m(ロール紙)
記録幅		250mm
走査方式	ホトダイオードアレイによる固体走査	マルチスタイルスによる固体走査
走査線密度	主走査 8本/mm 副走査 ·自動(8本/mm～4本/mm、一走査線ごとに最適線密度を自動選択) ·手動(8本/mm, 4本/mm, 27本/mm)	
伝送時間	B4判標準原稿で約20秒(伝送速度9,600ビット/秒の場合)	
帯域圧縮方式	2ライン一括ランレンクス符号方式 線密度自動選択方式	
伝送速度	9,600, 7,200, 4,800, 2,400ビット/秒 自動選択 4,800, 2,400ビット/秒 自動選択	
変復調方式	QAM(またはPhM)自動等化付	
同期方式	伝送同期	
記録方式		静電記録方式(カセット交換方式による液体現象)

表 2.1.6 伝送時間見積り(1)…データ伝送

資料名	文字数	データ量 (@ 6bit/ 文字)	衛星回線 速 度	伝送時間(注)		印字 時間 (@100 文字/sec)	合計	
				最小	最大		最小	最大
1. Revised Schedule	1,300 文字	7,800bits	1,200 bps 2,400 "	16.5sec 13.5 "	26.5sec 23.5 "	13.0sec	3.0sec	4.0sec 2.7 " 3.7 "
2. Space Allocation	3,000 文字	18,000bits	1,200 bps 2,400 "	25.0sec 17.5 "	35.0sec 27.5 "	3.0sec	5.5sec 4.8 "	6.5sec 6.0 "
3. Booking Prospect	1,000 文字	6,000bits	1,200 bps 2,400 "	15.0sec 12.5 "	25.0sec 22.5 "	1.0sec	2.5sec 2.3 "	3.5sec 3.3 "
4. Cargo Prospects	1,000 文字	6,000bits	1,200 bps 2,400 "	15.0sec 12.5 "	25.0sec 22.5 "	1.0sec	2.5sec 2.3 "	3.5sec 3.3 "
5. Arrival Reports	1,200 文字	7,200bits	1,200 bps 2,400 "	16.0sec 13.0 "	26.0sec 23.0 "	1.2sec	2.8sec 2.5 "	3.8sec 3.5 "
6. Roding Cargoes Information	6,000 文字	36,000bits	1,200 bps 2,400 "	40.0sec 25.0 "	50.0sec 35.0 "	6.0sec	10.0sec 8.5 "	10.0sec 9.5 "

(注) 伝送時間には回線待ち時間(10 sec～60 sec)及び衛星との交信時間(270 m sec)が含まれている。

表 2.1.7 伝送時間見積り(2)・ファクシミリ

資料名	実測値 (@9,600 bps)	回線速度	伝送時間		備考
			最小	最大	
1. Sailing Instruction	42"	1,200 bps	5' 40"	5' 50"	A 4×1枚
		2,400 "	2' 55"	3' 55"	
2. Booking Prospect	27"	1,200 bps	3' 50"	4'	A 4×1枚
		2,400 "	2'	2' 10"	
3. Stowage Plan	56" (40")	1,200 bps	7' 28" (5' 30")	7' 38" (5' 40")	B 4×1枚 (A 4×1枚)
		2,400 "	3' 54" (2' 50")	4' 04" (3')	
4. Port to Port Summary	1' 05"	1,200 bps	8' 45"	8' 55"	B 4×1枚
		2,400 "	4' 25"	4' 35"	
5. Exception List	40"	1,200 bps	5' 30"	5' 40"	A 4×1枚
		2,400 "	2' 50"	3'	
6. Notice of Transhipment Effected	28"	1,200 bps	3' 50"	4'	A 4×1枚
		2,400 "	2'	2' 10"	
7. Mail Way Bill	45"	1,200 bps	6' 10"	6' 20"	A 4×1枚
		2,400 "	3' 10"	3' 20"	
8. Cargo Manifest	45"	1,200 bps	3' 10"	6' 20"	A 4×1枚
		2,400 "	3' 10"	3' 20"	
9. Bill of Lading (Copy)	37"	1,200 bps	5' 02"	5' 12"	A 4×1枚
		2,400 "	2' 36"	2' 46"	
10. Calling Port 変更	32"	1,200 bps	4' 30"	4' 40"	A 4×1枚
		2,400 "	2' 20"	2' 30"	
11. Hatch List	42"	1,200 bps	5' 40"	5' 50"	A 4×1枚
		2,400 "	2' 55"	3' 5"	
12. Summary of Cargo for Each Disch Port	1' 20"	1,200 bps	10' 50"	11'	B 4×1枚
		2,400 "	5' 30"	5' 40"	
13. Report of Estimated Port Expenses	34"	1,200 bps	4' 40"	4' 50"	A 4×1枚
		2,400 "	2' 30"	2' 40"	

(注1) 帳票類にドロップアウトカラーを採用し、実際に送る情報量を少なくするなどの方法により、伝送速度を早めることが可能である。

(注2) 現在の帳票をベースに実測を行っており、システム稼動時には、フォーマットの指定、ページ数、記載内容の厳選等によりスピードアップをはかることが可能である。

ここでの計算は、海事衛星の現状での最大伝送速度 2,400 BPS を基準にしている。この場合、A4 判 1 枚で 2 ~ 3 分かかることがわかる。この速度で船が必要とする荷物用関係の中で全ての書類のベースである B/L 件数を例にとると、往復航共 1 voyage / 1 船あたり ) 500 枚程度までとなり、又 cargo manifest を加えるとすべてをファクシミリを利用して衛星経由で送ることは現状では時間的・経済的に不可能であろう。

但し、mail / 陸上通信網の不完全な国からは、代理店経由各種情報 ( stowage plan , manifest , port charge expence 等必要最小限の情報) を送付するより、本船発衛星経由で情報を伝送するほうが、正確に、すみやかに企業センターに到着するという事実は続くだろう。この面から(必要性・経済性) ファクシミリの利用価値が出てくる。

したがって陸上の企業センターと船上とで送受信されるファクシミリとしては、イメージ情報をともなう積付図 (stowage plan) 、特殊な貨物・荷姿の通知、積付け方法、航行援助用情報、特殊なケースでの保船上修理用青図又は、見取り図、海図情報及び必電図等を医療情報等を送ることにより、その有用性が發揮される。

将来、衛星での伝送のチャネル数の増大がはかられてくるにつれて、さらに送る情報がふえてくることが予想される。

参考として図 2.1.1.1 に各種荷役関係ドキュメントのサンプル及びこれをファクシミリ伝送した結果を図 2.1.1.2 に示す。

### (3) 入出力装置

船上において発生する帳票類を公共、企業の陸上管理センタに伝送したり、また公共企業の陸上管理センタから船舶に伝送されてくる帳票を受信するために必要な船上システムにおけるデータの入出力装置として、次の装置が考えられる。

#### (イ) 入力装置

- カード・リーダ
- マーク・リーダ
- 手書き文字読み取り装置

#### (ロ) 出力装置

- プリンタ (シリアルプリンタ、ラインプリンタ)
- テレビ

#### (ハ) 入出力装置

- ファクシミリ
- 写真ファクシミリ
- キュラクタディスプレイとキーボード

これらの装置類は、それぞれ船上システムに組込む上において、長所/短所がある。表 2.1.8 に船上システムに組込むに適した装置であるかどうかの考察内容を示す。

KAGA MARU  
KAWACHI MARU  
KII MARU  
KAI MARU

# STOWAGE PLAN

MS. MARU

VOY. NO. 34

Out or Home

Commander M.NAKAMURA

Chief Officer R.KASAI

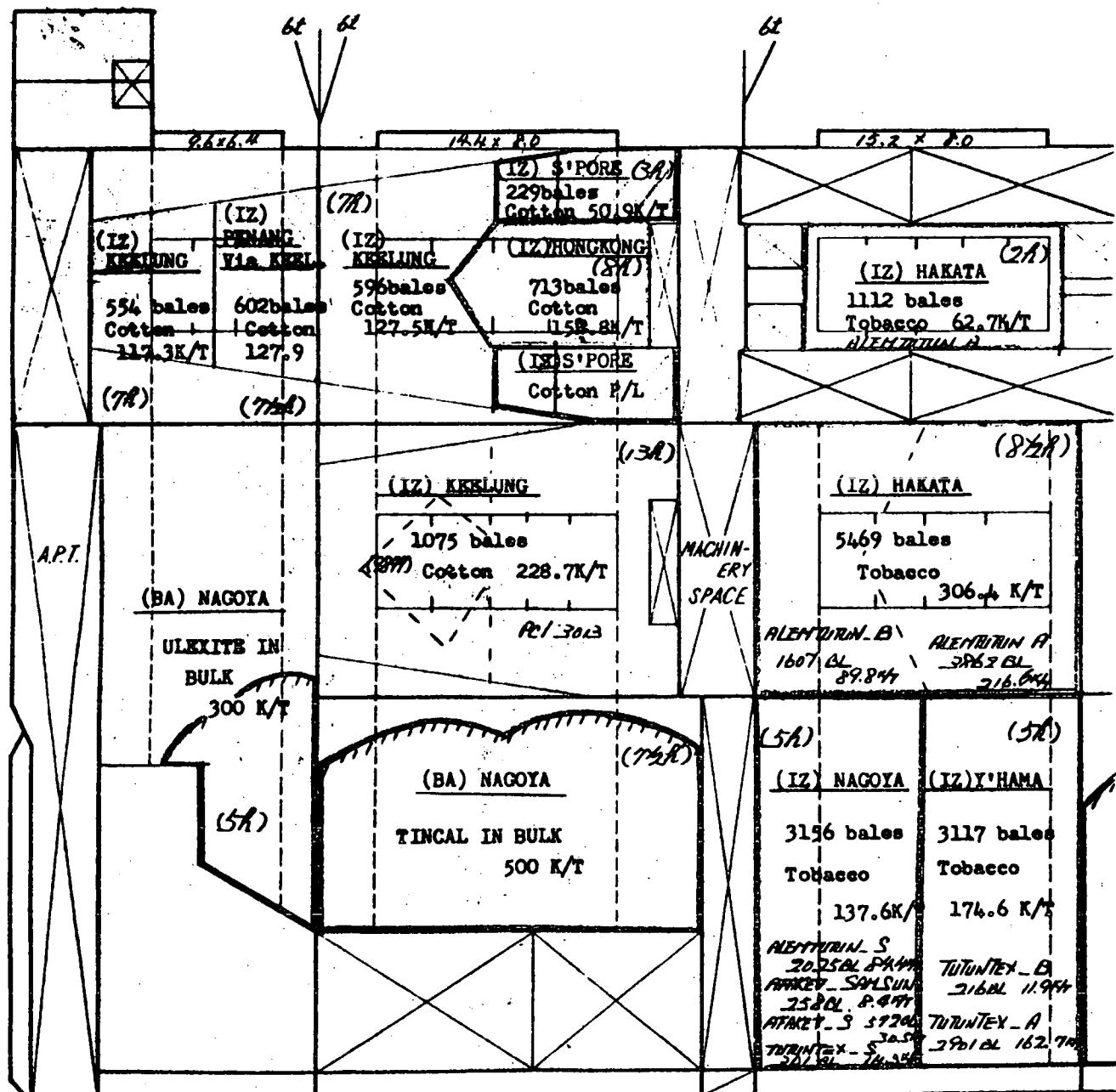


图 2.1.11-2

Port Colour	HONGKONG	KERLUNG	HAKATA	NAGOYA	YOKOHAMA	KORE

KAGA MARU  
KAWACHI MARU  
KII MARU  
KAI MARU

# STOWAGE PLAN

MS. MARU

VOY. NO. 34

Out or Home

Commander H.NAKAMURA

Chief Officer R.KASAI

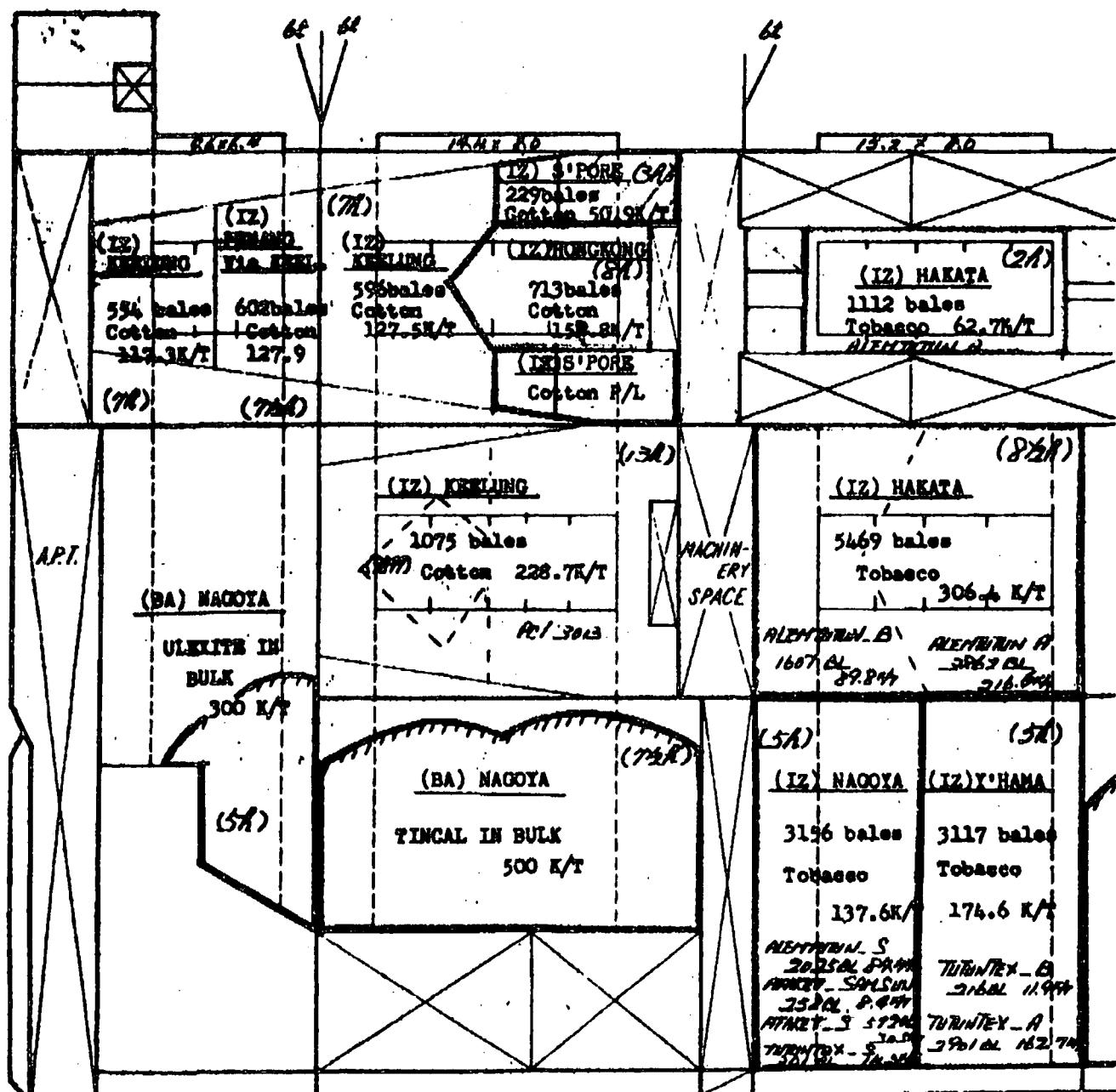


図 2.1.12-2

Port	HONGKONG	KIELING	HAKATA	NAGOYA	YOKOHAMA	KORE
Colour						

Shipper

NATIONAL COTTON &amp; TRADE CO.

B/L No. 34  
K.YOKKAICHI/3a

42

Consignee

## O R D E R

Notify Party

"MESSRS. NICHIMEN CO. LTD., OSAKA



## BILL OF LADING

Shipped on board the Vessel, the Goods, or packages said to contain the cargo described below, in apparent good order and condition unless otherwise indicated herein, to be carried to the port of discharge or such port or place as selected by the Carrier under the terms and conditions of this Bill of Lading, with or without transhipment, as the Vessel and/or other connecting conveyances may safely get, and to be delivered there in like order and condition unto order or assigns, subject to the terms, conditions and exceptions on the face and back hereof.

If required by the Carrier, this Bill of Lading duly endorsed must be surrendered in exchange for the Goods or delivery order.

In accepting this Bill of Lading, the Merchant agrees to be bound by all the stipulations, exceptions, terms and conditions on the face and back hereof, whether written, typed, stamped or printed, as fully as if signed by the Merchant, any local custom or privilege to the contrary notwithstanding and agrees that all agreements or freight engagements for and in connection with the carriage of the Goods are superseded by this Bill of Lading.

In witness whereof, the undersigned, on behalf of Nippon Yusen Kaisha, the Master and the owner of the Vessel, has signed the number of Bill(s) of Lading stated below, all of this tenor and date, one of which being accomplished, the others to stand void.

(Local Vessel)		(From)			
Ocean Vessel	Voy. No.	Port of Loading			
FUSHIMI MARU	29	PORT-SUDAN			
Port of Discharge	* For Transhipment to(if on-carriage)			Final Destination (for the Merchant's Reference Only)	
YOKKAICHI					
Marks & Numbers	No. of P'kgs. or Units	Kind of Packages or Units; Description of Goods			Gross Weight
PC/162/S1 K4B LOTS 1106/914/1132	-191-	BALES SUDAN BARAKAT COTTON Grossweight 84457 lbs			38,310
		SAUD TO WEIGHT.....			KILOS
		=====			=====
<u>FREIGHT COLLECT</u>					
TOTAL NUMBER OF PACKAGES OR UNITS (IN WORDS) ONE HUNDRED NINETY ONE BALES					
FREIGHT & CHARGES		Revenue Tons	Rate	Per	Prepaid
		38,310 KILOS	\$ XXXX	100kgs + XX.XX % Bunker Surcharge + X % C.A.F.	Collect
Ex. Rate 6		Prepaid at Total Prepaid in Local Currency	Payable at DESTINATION Number of Original B(s)/L 3/THREE		Place of B(s)/L Issue Dated PORT SUDAN June 17, 1978 <b>NIPPON YUSEN KAISHA</b>

(JSA STANDARD FORM B)

☒ 2.1.1-1

**Ref. No. (For the Carrier's Reference)**

**(Forwarding Agents)**

Snijder

H/L. No. 34

47

NATIONAL COTTON & TRADE CO.

H/L. No. 94 -  
K.YOKKAICHI/3a

---

**Contents**



# **NYK LINE**

NIPPON YUSHIN KAISHA

**BILL OF LADING**

**O R D E R**

**Notify Party**

"MESSRS. NICHTMEN CO. LTD., OSAKA

**(Local Vessel)** | **(From)**

**Ocean Vessel**      **Voy. No.**      **Port of Loading**  
**FUSHIMI MARU**    **29**      **PORT - SUDAN**

Shipped on board the Vessel, the Goods, or packages said to contain the cargo described below, in apparent good order and condition unless otherwise indicated herein, to be carried to the port of discharge or such port or place as selected by the Carrier under the terms and conditions of this Bill of Lading, with or without transhipment, as the Vessel and/or other connecting conveyances may safely get, and to be delivered there in like order and condition unto order or assigns, subject to the terms, conditions and exceptions on the face and back hereof.

If required by the Carrier, this Bill of Lading duly endorsed must be surrendered in exchange for the Goods or delivery order.

In accepting this Bill of Lading the Merchant agrees to be bound by all the stipulations, exceptions, terms and conditions on the face and back hereof, whether written, typed, stamped or printed, as fully as if signed by the Merchant, any local custom or privilege to the contrary notwithstanding and agrees that all agreements or freight engagements for and in connection with the carriage of the Goods are superseded by this Bill of Lading.

In witness whereof, the undersigned, on behalf of Nippon Yusen Kaisha, the Master and the owner of the Vessel, has signed the number of Bills of Lading stated below, all of this tenor and date, one of which being accomplished, the others to stand void.

Port of Discharge YOKKAICHI		# For Transhipment to (if on-carriage)		# Final Destination for the Merchant Reference Only		
Marks & Numbers  PC/162/S1 K4B LOTS 1106/914/1132		No. of P'kgs. or Units  -191-	Kind of Packages or Units; Description of Goods  BALES SUDAN BARAKAT COTTON Grossweight 84457 lbs		Gross Weight      Measurement	
			SAUD TO WEIGHT..... =====		38,310 KILOS	
			<u>FREIGHT COLLECT</u>			
TOTAL NUMBER OF PACKAGES OR UNITS (IN WORDS)		ONE HUNDRED NINETY ONE BALES				
FREIGHT & CHARGES		Revenue Tons  38,310 KILOS	Rate  \$ XXXX 100kgs + XX.XX % Bunker Surcharge + X % C.A.F.	Per	Prepaid	Collect
Ex. Rate	Prepaid at	Payable at DESTINATION		Place of B(s)/L Issues	Dated	
Total Prepaid in Local Currency		Number of Original B(s)/L 3/THREE		PORT SUDAN June 17, 1978 NIPPON YUSEN KAISHA		

**(JSA STANDARD FORM B)**

図 2.1.12-1

表 2.1.8 船上システムにおける入出力装置

装 置 名	入／出力	適／不適	考 察 内 容
カード・リーダ	入	×	○ カードパンチが必要であり、オペレーションが大変である。乗組員の作業量が増す。
マーク・リーダ	入	○	○ マークシートのデザインに問題があるが、一般にオペレーションは簡単である
手書き文字 読み取り装置	入	○	○ 帳票が不定形であり、認識率などに問題がある。将来は、情報量が少なく出来るなどの面から認識の問題が解決し、さらに装置が安価になれば利用の可能性が出てくる。
ファクシミリ	入／出	○	○ イメージ情報の入出力が可能である。ボタン操作でオペレーションが可能である。しかし情報量が多い。
写真ファクシミリ	入／出	×	○ 情報量が多く、また帯域圧縮にも限界があり、伝送時間がかかる。  例…A4判の写真を8本/mmの分解能で2,400 BPSの伝送路で送った場合の伝送時間 $210 \times 8 \times 300 \times 8 \times 3\text{ビット} / 2,400 = 5,040\text{sec}$ $\approx 1.4\text{ hour}$  将来、情報伝送速度（帯域幅）が飛躍的に増大すれば、利用の可能性も出てくる。
テ レ ビ	入／出	×	○ 写真ファクシミリと同じ ○ スロースキャンテレビの利用により、レントゲン写真送信の可能性がある。
キャラクタディスプレイ + キーボード	入／出	○	○ ソフトウェアを上手に作成することにより、取扱いが簡単になる。 ・ディスプレイ上でテキスト編集を行う。 ・メニュー・オペレーションで在庫管理、問合せ業務を行なう。
ラインプリンタ、 シリアルプリンタ	出	○	○ 取り扱いが簡単

○ : 適

× : 不適

## 2.1.6 情報伝送方式

### (1) 海事衛星通信の主要諸元

海事衛星として既に運用されているM A R I S A T 及び打上げの予定されているM A R E C S 及びI N M A R S A T に関する主要諸元を表 2.1.4.- 1 に表わす。

### (2) 通信システムの概要

M A R I S A T における通信システムの概念図を図 2.1.4.- 1 に示す。

M A R E C S あるいはI N M A R S A T の打ち上げにより海事衛星通信が本格的な実用化時代を迎えた時にこのM A R I S A T の通信システムがそのまま受け継がれるとも考えられず、事実諸外国の文献にも様々な論文が発表されている。しかしこのシステムが既にかなりの船舶加入者(1978年末で約160)を収容している既成事実は将来の海事衛星通信に非常に大きな影響力を持っている事は間違いない。

### (3) 回線容量

海事衛星通信においてその回線容量を決定する主要なパラメータは、使用R F 帯域の制限がなければ衛星→ 船舶方向の回線における衛星の送信電力(E. I. R. P)と船舶受信機の特性(G/T)である。

M A R I S A T システムでは衛星重量が比較的小さくかつスピン安定のための1次電源の容量が小さい上に米海軍との共用という事もあり商用回線の容量としてはMedium power モードにおいても50ボルト電信×44チャネル(電話2チャネル相当)+電話8チャネルしかとれない。

将来の海事衛星がどの程度の回線容量を期待できるかという点に関し、I N M A R S A T についての検討結果を表 2.1.4.- 2 に示す。

表 2.1.9 海事衛星通信システムの主要諸元

項目	システム (Comsat General)	MAROTS (ESA) (MARECSほぼ同じ)	INMARSAT (IMCO)	備考
1. 運用開始	○大西洋 1976.7 ○太平洋 1976.8 ○インド洋 1978.11	1980 以降	1984~ 1985	
2. サービス範囲	大西洋、太平洋 インド洋 70°S~70°N	大西洋又はインド洋 90°W~60°W or 30°W~120°E 75°S ~ 75°N	大西洋、大 太平洋 インド洋	仰角>5°
3. 衛星数	3個 (15°E, 73°E, 176.5°E)	1個 (25°W~45°E)	3個<N<6個	
4. 使用R F周波数				
(1) 地上→衛星	6.420~6.424GHz 1.6386 "	14.497~14.5GHz		通信用
(2) 地上 ← 卫星	3.9454~4.1990 "	11.697~11.700 "		制御用
(3) 卫星 → 船舶	1.5372~1.541	1.540~1.5425 "		通信用
(4) 船舶 →	1.6386~1.6424 "	1.6415~1.6445 "		通信用

表 2.1.1.0 海事衛星通信システムの主要諸元(つづき)

項目	システム (Comsat General)	MAROTS (ESA) (MARECSとは同じ)	INMARSAT (IMCO)	備考
5. 多重化／変調方式				
(1) 音声(地上→船舶)	F DMA(SCPC)/FM	F DMA(SCPC)/FM		
(2) " (船舶→地上)	"	"		
(3) 電信(地上→船舶)	T DM/PSK	T DM/TDMA/PSK		
(4) " (船舶→地上)	T DMA/PSK	T DMA/PSK		
6. 回線容量				
(1) 音声(又はデータ又はFAX)	8 (陸上↔船舶)	3.8 (陸上→船舶) 5.0 (voice sw付) 5.0 (船舶→陸上)		電話チャネル換算で 14~160 (表 2.1.4-2 参照)
(2) 50ボルト電信	4.4 (陸上↔船舶)	1.20 (陸上↔船舶)		
7. 伝送帯域又は速度				
(1) 音 声	300~3000Hz	300~3000Hz		
(2) ディジタル/ 音声チャネル	$\leq 2400 \text{ bit/s}$			
(3) 電 信	50 bit/s	50 bit/s		
8. 回線品質				
(1) 音声SIN	$\geq 30 \text{ dB}$ (船舶→陸上, 評価値) $\geq 25 \text{ dB}$ (陸上→船舶, "	$\geq 30.5 \text{ dB}$ (船舶↔陸上, 評価値)		
(2) 電信ビット誤り率	$< 10^{-5}$	$< 10^{-5}$		
9. システム構成				
(1) 地上局	3	3.0 max		
(2) 船 舶	初期<200 ~2000 Max			
10. 受信系 G/T				
(1) 地上局(1.5GHz)	-4dB/K	-4 (~ -10) dB/K	-4~-10 dB/K	
(2) 船 舶(4GHz)	+3.1.4 dB/K	+3.1.0 dB/K		

F DMA ; Frequency Division Multiple Access

SCPC ; Single Channel per Carrier

T DM ; Time Division Multiplexing

T DMA ; Time Division Multiple Access

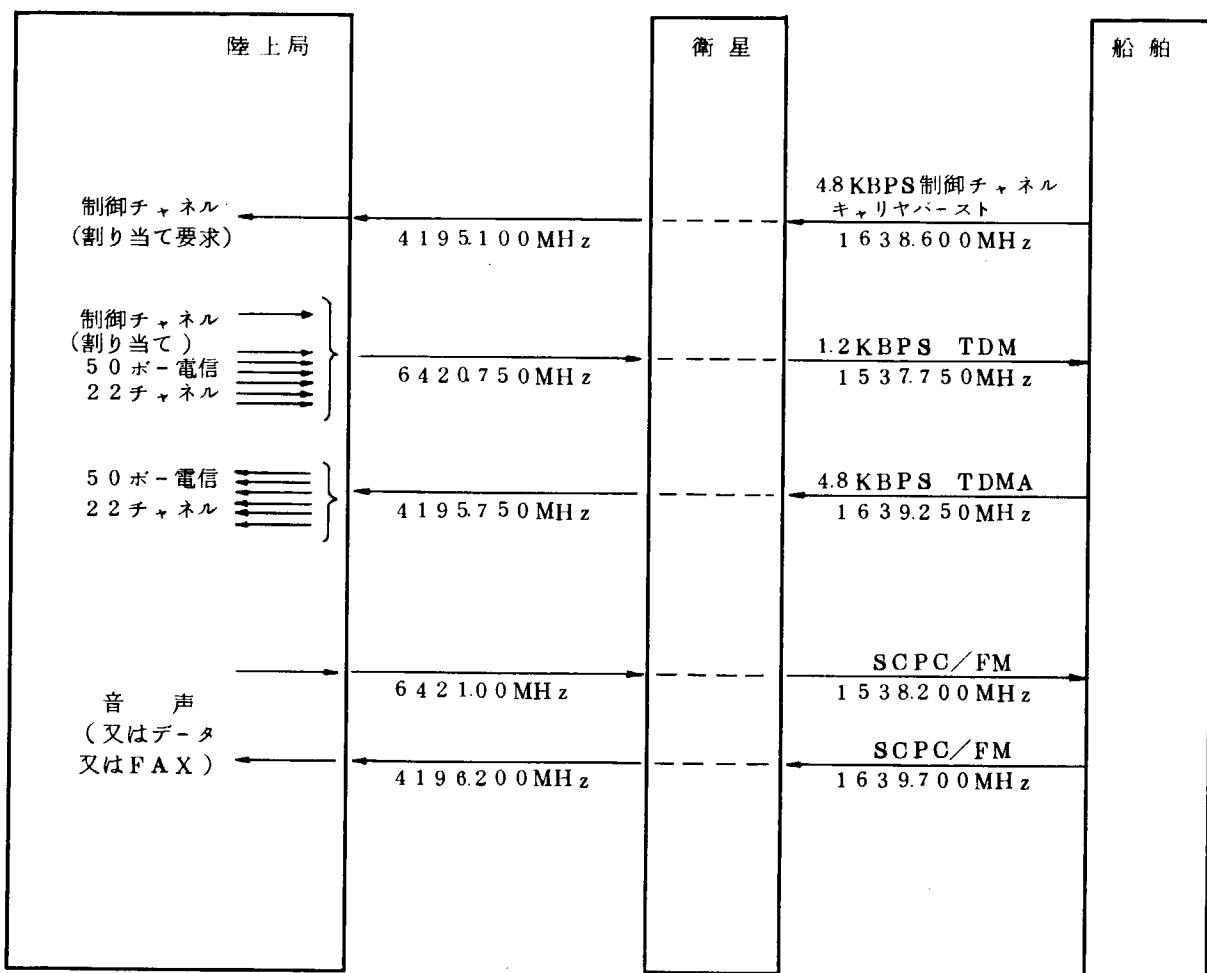


図 2.1.1.3 マリサット通信システムの概念図

表 2.1.1.1 衛星→船舶方向の回線容量

(Voice activation 付の電話チャネル換算)<sup>注1</sup>

船舶 打上げ、安定 G/T (dB/K)	ソーデルタ 2914 スピン安定	ソーデルタ 2914 三軸安定	ソーデルタ 3914 三軸安定
-10	14	20	40
-7	28	40	80
-4	56	80	160 <sup>注2</sup>

注1. 音声レベルの検出により送信出力をON/OFFする。通常会話ではActivity 40%即ち平均電力を4dB下げる効果がある。

注2. 実際に使用し得るチャネル数はRF帯域の制限で、これより小さい値に抑えられる  
(例…100チャネル/5MHz帯域, 50kHz間隔)

出典 "Communications satellite systems worldwide"  
1975 Horizon House - Microwave  
3.2.4 IMCO (INMARSAT) より

この検討を行っている論文の中で、船舶のG/Tは船舶受信機のコストに影響するがその差は次第に縮まるであろうと述べている。(例として-10dB/Kと-4dB/Kでは \$40,000/\$100,000 → \$45,000/\$50,000)

この様な点を考えると将来の回線容量としては電話換算で80~100チャネル程度が期待できる上限と考えられる。また全チャネルをデータ又はFAXに使用するとvoice activationが行えないでのこの場合の上限は $160 \times 0.4 = 64$ チャネルとなり、さらに制御チャネルあるいは電信チャネルの必要性を考慮すると50チャネル程度である。

#### (4) 伝送特性

MARISATにおける伝送路の特性を以下に記す。

##### (a) 電信チャネル

速度 : 50ボ-

多重化 : TDMA/2φ PSK 2400 bit/s (陸上→船舶)

TDMA/2φ PSK 4800 bit/s (船舶→陸上)

ピット誤り率:  $1 \times 10^{-5}$  以下

##### (b) 音声チャネル

帯域幅 : 300~3000Hz

多重化 : FDMA(SCPC)

変調 : FM

最大周波数偏移 : 12kHz (0dB)

コンパンディング : 2:1シラブル(CCITT Rec. G162)-音声のみ

エンファシス: なし

S/N : 音声 (船舶→陸上) 評価値で 30dB以上

" (陸上→船舶) " 25dB "

データ, FAX (船舶→陸上) 無評価値で 24dB "

" (陸上→船舶) " 22dB "

デジタルデータ速度: 2400 bit/s 以下

#### (5) 回線接続

MAROTSにおける電話回線接続に関する報告(文献1.)からその要点を下記に述べる。

##### (a) 接続制御チャネル

海事衛星通信では図3.1.4-1に示すように、情報伝送路の他に制御チャネルが使われる。陸上交換網におけるいわゆるRegister signal(主としてダイヤルした電話番号などの情報)に相当する機能を制御チャネルが分担する。陸上交換網におけるもう1つのLine signalに相当する機能の一部が情報伝送路内で処理される。すなわち加入者が発呼後制御チャネルの動作により情報伝送路が割り当てられた後にこのLine signalの限定機能として、割り当てられた情報伝送路の連続性チェック、応答信号(着信側のオフック動作)及び終話信号の交換が行われる。

##### (b) 陸上からの発呼

陸上からの発呼が完全自動接続できるかどうかは地上交換網に完全に依存しており、特に課金処理が自動化の障壁となる可能性が高い。(MARISATでも陸上局のオペレータ操作で処理している)

##### (c) 船舶からの発呼

船舶からの発呼の場合、既存の課金処理装置の能力に制約されずに陸上局で処理できるので完全自動化の可能性がある。

(d) 接続遅延時間

発呼側加入者が最後のダイヤル番号を送ってリンクバックトーン又は話中音がもどって来るので時間すなわち接続遅延時間は接続制御手順の評価上重要な要素となる。

陸上からの発呼の場合(自動接続であれば)この接続遅延時間は2~7秒程度に認められる。船舶からの発呼の場合は8~16秒程度に認められる。

(6) データまたはFAXの伝送上の制約

(a) 伝送速度の制限

MARISATシステムではデータあるいはFAX専用のチャネルは特に準備されておらず、いずれも300~3000Hzの音声帯域内で伝送するものとしており、デジタル信号であれば2400bit/sまでの速度なら即可能であり、4800bit/sでは可能性はあるがさらに検討が必要であるとされている。衛星の能力が今後改善されたとしても、その成果は主として回線容量の増大に向けられ、結局チャネル当たりの衛星の能力は現状と大差がないものと予測される。衛星のチャネル当たりの能力が一定であれば、船舶受信系のG/Tが高速データ伝送の可能性を決定する主要なパラメータとなる。

表2.1.4-3はMARSATにおいて船舶G/Tと可能なサービスとの対応を示すものである。船上装置のコストと一般船舶の要求するサービスとのトレードオフから船舶受信系のG/TはMARISATシステム同様-4dB/Kが標準規格になると見られる。

この様な観点から将来的にも当分の間はデジタル伝送の実用的速度は2400bit/sと判断される。

(b) 回線占有時間の制限

海事衛星通信を経由したデータ伝送システムあるいはFAX網を構成する場合どの程度まで伝送回線を占有する時間が許容されるかという点がシステム構成上の1つのポイントとなる。この点についての論文は見当らないが、単純計算として1つの衛星が50チャネルの回線容量を持ち、その衛星のサービス範囲内に2000の船舶が運用中であると仮定すれば、1つの船舶が1日当たり平均的に回線を占有できる時間は $50 \times 24 / 2000 = 0.6$ 時間、すなわち36分となる。実際には長い航海中の定常状態と入港あるいは出港など各船舶の事情により発生するデータ量は大幅に変動し極めて複雑な解析を必要とすると思われるが、いずれにしても回線容量が非常に限定されているので、長時間の回線占有は海事衛星通信システム全体の円滑な運用に支障をきたしましくないと考えられる。

表 2.1.1.2 船舶受信系のG/Tと、その船舶の受けるサービスの可能性

G/T (dB/K)	アンテナビーム 利得 (dB)	アンテナビーム 幅	サービスの可能性
+ 4	31	4°	高速データ及び下記全てのサービス
- 4	23	10°	公衆回線品質の電話 電信（多重） FAX 2400Kbit/s データ 非常通信（陸上→船舶） “（船舶→陸上）
-13	14	28°	低品質の電話 電信（多重） 低速データ（50ボルト） 非常通信（陸上→船舶） “（船舶→陸上）
-19	8	60°	電信（S C P C） 低速データ（50ボルト） 非常通信（陸上→船舶） “（船舶→陸上）
-22	5	80°	非常通信（陸上→船舶） “（船舶→陸上）
-27	0	180°	非常通信（船舶→陸上）

#### 出典

"The role of the MAROTS experimental programme in the future development of maritime satellite ship equipment" by S. R. Temple  
International Conference on Maritime and Aeronautical Satellite Communication and Navigation March 1978

#### 参考文献

- (1) "Telephone signalling in maritime mobile satellite systems"  
by J. A. Audestad  
International Conference on Maritime and Aeronautical Satellite Communication March 1978 pp 49-51

## 2.1.7 外国資料の紹介

### (1) MARAD プロジェクト

米国商務省海事局（MARAD）は海運界及び関係政府機関と協力して、米国で高度に発達した通信技術や情報処理技術を利用して商船の船隊管理システムの研究を行っており、1969年来種々の実験、研究を進めている。

特にその第4段階は実用化されたMARI-SATを用いて船隊管理の為の各種情報の伝送試験を行い、結果の船主経済にとっての定量的評価を行うことになっており、近々完了の見込みである。システム図は2.1.14に示す様に、ニューヨークのMCC（Maritime Coordinate Center）を中心として、MARI-SAT端末を装備した米国の代表的船会社所属の船舶及びその本社、米国サービス機関（気象機関等）及びMARI-SATと地上商業通信網等で構成されている。

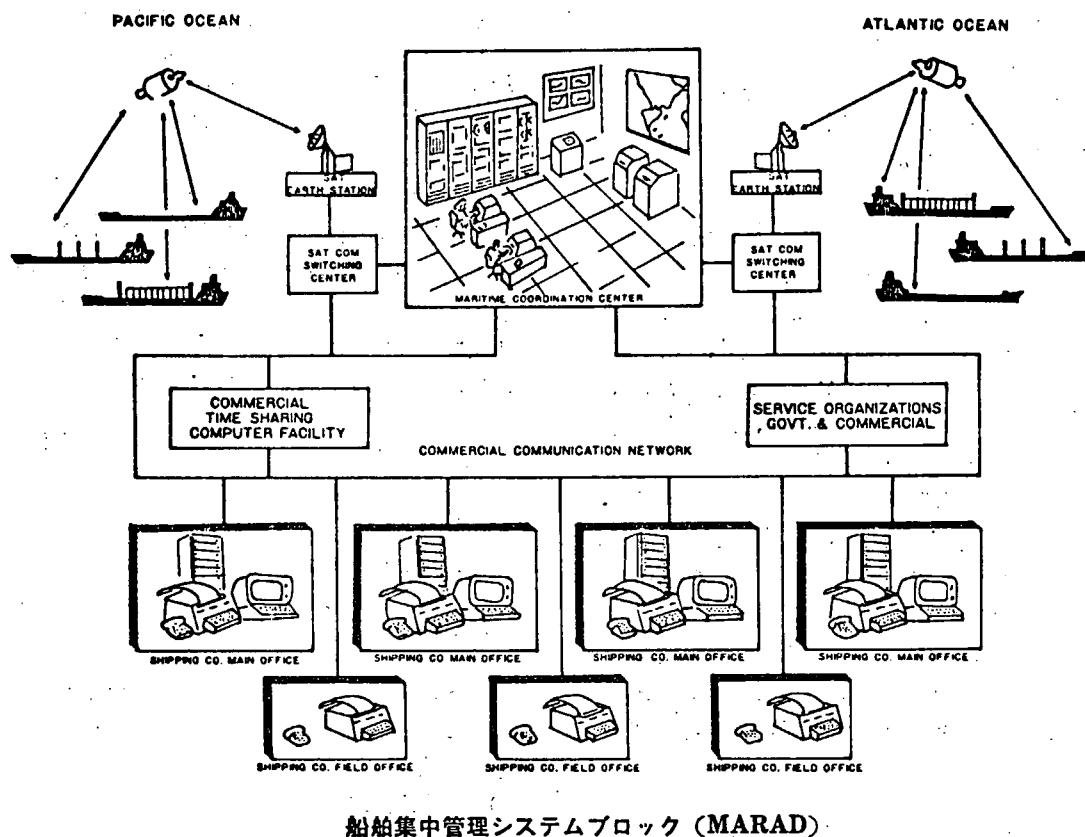


図 2.1.14 MARAD プロジェクト構成図

- 実験は船隊管理に必要な 各種データ  
医療診断
- 船舶状況報告
  - 機関室データ
  - 給与計算データ
  - 在庫管理データ

- 荷役データ
- 気象データ
- 緊急時情報
- 航路修正等
- ETA

等を船舶とMCC又は船会社事務所間で伝送実用性の確認を行い、

- 船隊運用コストの低減
- 船隊運用者による運送貨物量の増加
- 海上での人命安全の増大

の結果が得られることを目的としている。

更に米国では、別途海運情報システム(SOIS)の研究開発を進めている。これはアメリカ船の毎日の載貨状況をコンピューターにのせ、その情報をリアルタイムで利用しようとするものであるが、他の幾つかの開発中の情報処理プロジェクトと共に利用出来る様になれば、米国船グループの管理効率が飛躍的に向上していくことが予想され、我国海運界にとって大きな脅威となる可能性が強い。

航海53号(52-9)参照

#### (2) Royal Viking Line での利用

CGC発行のMARIFACT誌の紹介によると、ノルウェーのRoyal Viking Line社の客船では、陸上のIBMコンピュータを利用し、MARI-SAT通信回線を用いて船客情報、会計処理、給与計算、在庫管理及び運航報告等のデータ伝送を本社との間で行っているとの事であり将来はOSLOのデータセンターと直結させ、船舶報告システムを具体化すべく計画中の由。目的は船側の事務合理化とコスト低減である。

#### (3) Vessel Performance Reporting System

本システムは、英国 MARINE MANAGEMENT SYSTEM INC まで提案している船隊管理システムの具体例である。

本システムは、次の3つの主要部分から成る。

##### (i) Ship Data Input and Storage Unit (INFOLOG)

船舶のデータを入力及び記憶するためのもので、バッテリ電源をもつ小さい手持ちのキーボード付ユニット。操舵室、機関室或は必要ヶ所に携行し、送信すべきデータを入力する。

送信時には衛星通信装置ICOMMUNICATORと称するものに押込まれた形で接続される。

##### (ii) MARI-SAT

データは地上局経由、船会社事務所にテレックスで送信する。

##### (iii) Communications and Monitoring Computer

G.E./Honeywellの時分割ネットワークで船舶から送られてきたデータをチェックの上、ログアブストラクトIC加工し、船舶テレプリンターに逆送し、確認する。

一方、コンピュータ処理により日計又は航海毎の運転報告をCRTディスプレーに表示或はタイプアウトする。更に必要あれば船会社の自家用コンピュータに転送する。

送信する主なデータは

##### (i) 船舶運航報告

船舶位置、速度、コース、FO保持量、海象等で送信データはコンピュータにより船舶スケジュールと船舶運航データファイルを更新するのに使われる。

##### (ii) 船舶機器報告

プラント効率に関係する機器のデータを主とし、馬力、FO消費量、消費率、補機負荷、其の他の

重要な運転データを含み、このデータの分析は、プラント効率監視によるF O節減、機器故障の事前予知に利用する。

(iii) 港湾機能報告

荷役開始、終了時刻、積・揚貨物量等を内容とし、船のスケジュールの調整、港の機能データファイルの更新に利用される。

(iv) 船舶管理データ

INFOLOG Unit から予備品、船用品の補給要求をコードで送ると、陸上コンピュータ側でマスター・リストと対比し、要求された項目の名前をプリントし、船にも逆送して確認する。

この他給与情報、保守プラン、修理プログラム等を含む

本システムは、送信されたデータを一々本船にフィードバックして確認していくのが特徴。実際の利用ソフトについてはパンフレットに記載されていないので不明であるが、INFOLOG と称するインプット機器のアイデアが変っているので紹介した。

### 2.1.8 むすび

以上、海事衛星を利用した船舶の運航システムの総合的な一例として、陸上集中管理センターによる船舶の陸上集中管理と、陸上支援の両システムについて機能、ハード構成及び情報伝送の面から検討を行った。

此等システムの効果については、センターの機能に含め説明した通りであるが、その定量的評価は具体的な事例で検討することが出来ない為困難である。特に情報の実際の伝送量、方式については更に詳細に検討を行う必要があり、それによりセンターのハード構成が左右され、センターの投資コストが大巾に相違してくる。

本研究に於ては、他には例を見ない荷役関係ドキュメント情報の伝送について重点的に調査した処、将来莫然と考えられていた関係ドキュメント情報量が実に膨大、多種なものである事が判明した。規定ドキュメント形式通り伝送するには、ファクシミリ伝送による外ないが、伝送時間、回線占有時間ひいては回線容量からみて現状では実用的では無い事が明らかとなつた事は船内作業の軽減等の趣旨からみて残念であり、情報圧縮等の技術処理を活用する方策等、今后の技術開発を期待したい。

尚、本システムの具体化、実際運用に当っては下記の如き問題点があり、今後の解決を必要とする。

(1) 公共管理センターの統合の可能性

本文記載の様に国家行政機関の権限移譲或は国際的協定の可否等データバンク一本化さえも仲々容易ではない。

(2) 貿易関係書類の統一

関係者間でかねてからその必要性が認識されてはいるが、仲々実現していない為、各國各港、或は各社によってまちまちの内容となっており、本システムの如き統一処理システムにはなじみ難い。

(3) 情報分析のソフト未開発

船体、機関状況の情報等入手してもこれを解析し評価するソフトが未開発で、且その実用化には相当の実績の積重ねが必要、一朝一夕には出来ない。又同様にデータ送出のセンター、インプット技術の開発も必要。

(4) 乗組定員縮小の限界

折角上記ソフトの開発を含め、陸上支援体制が整備されても本船乗組員の減少には現行法規では制約があり、折角の効果が發揮出来ず、経済的にも不利となる。

(5) 海事衛星通信設備設置船の普及

本システムは当然海事衛星通信設備設置船を対象としているが、所謂在来船に設置するのは仲々困難

と思われる。

よって当分の間来通信設備と混在した状態での二重運用となり、無用の混乱と作業量増大を招く。とは云え、此等の問題点は1つ1つ長期的にみれば解決出来る見通しがあり、決して悲観すべきものではない。今后関係者一致協力して本システムの詳細検討を続け、海事衛星を利用した運航システムを更に充実した且実効あるものとする様努力することとしたい。

## 2.2. 小型船舶(漁船)の陸上集中管理並びに陸上支援システムの研究

### 2.2.1 まえがき

我国は世界有数の船舶保有国であるが、その中でも小型船舶(漁船)の数が極めて多い。漁船の活動領域は我が国の沿岸だけでなく、日本近海を中心としてほぼ太平洋全域に及び、中には遠く印度洋、大西洋まで出漁する船もある。したがって海事衛星通信システムに対するこれら漁船を含む小型船舶の需要は極めて大きいと考えられる。

海事衛星通信システムが普及した暁には、漁船に対しても海事衛星を利用して陸上管理センターから支援を行い、操業効率の向上、漁獲高の拡大、省力化、安全性の増大等が図られると予想されるが、商船と漁船とでは業務内容と船上の装備可能機材がかなり異なるので、漁船用の管理・支援システムの機能および形態は、商船用のシステムとはかなり異なる可能性がある。

ここでは、漁船に必要な伝送情報の種類・内容・情報量等を調査し、小型船舶に装備するのに適した入出力機器についての研究、データ／テレックス伝送を主体とするが、音声(電話)やファクシミリも含めた情報伝送方式の研究を行い、それらを通して漁船に対する陸上管理・支援センタのイメージアップを行う。また現在の漁業無線局の、衛星通信時代に入り果すべき役割、漁業無線局と海事衛星システムの両立性についても検討する。

### 2.2.2 必要な伝送情報の種類、内容、情報量

#### (1) 漁船の無線設備と漁業無線の現状

##### (a) 概 要

国内の漁船は、漁業関係者の大きな努力と、関係官庁の適切な指導によって、諸外国にその類を見ない程、近代化は年々進み、特に電子機器の普及に於ては著しいものがある。

最近に於ては、漁業用ファクシミリ放送、200浬漁業専管水域に対応する電子機器を使った船位測定装置の検討及びその普及、漁業用海岸局の合理化の検討、陸上電話回線と結ぶ漁船用無線電話の普及等その内容は、時代に即応したものが多い。漁船の無線機器は単に航行の安全を確保するのみでなく、漁獲能率の改善に有効に利用され、国内の漁船は、数トンの小型船にも無線電話機が普及しつつあり、この種小型船向けの1W無線電話機を装備している漁船も含めると、その数としては約50,000隻にも増大している。国内の漁船は、その大きさ、操業海域等によっても違いがあるが、通信機器以外にも、レーダ、方向探知機、ロラン受信機、オメガ受信機等の船位測定関係の電子機器、ファクシミリ受信機、又衛星を利用して船位を測定するNNSSに至るまで、その普及率は大きいものがある。

##### (b) 衛星通信を利用する可能性のある漁船数

今後通信衛星を利用する漁船数が、どの程度になるかは、今後諸外国の政策がどの様に変ってきて、日本の中・大型漁船が、どの海域までどのように出漁するかによっても大きく影響を受け、その予測は困難であるが、それが経済的にも、又漁獲能率の向上に有効であることが、認められれば相当数の漁船が装備するものと考えられる。

表 2.2.1～2.2.3 は、電波監理局の漁業無線局統計資料および水産庁の漁船動態統計資料等より、トン数別、漁種別、装備機器別等に分類し、それぞれの観点より、今後衛星通信が、どの程度漁船に普及するかの予測を行う為、参考に供するものである。

(I) 遠距離通信用の短波帯無線機(27MHz帯を除く)を装備し、トン数が50～100トンの漁船数、100トン以上の漁船数(表2.2.1)

表 2.2.1 トン数別隻数

トン数区分	50～100トン	100トン以上
隻 数	2,772隻	2,685隻

(II) 遠洋を主漁場とする50～100トン、100トン以上の漁種別漁船数(表2.2.2)

表 2.2.2 漁種別漁船数

漁種	50～100トン	100トン以上
沖合底びき網	182隻	195隻
まぐろはえなわ	121隻	464隻
遠洋底びき網	0隻	113隻
いか・つり	506隻	246隻
かつお一本づり	177隻	196隻
小計	986隻	1,101隻
合計	2,087隻	

(III) 約10トン以上の漁船であって下記の電子機器を装備している漁船の推定隻数(二つ以上の装置を合せて装備していても、別々の隻数として記載)(表2.3.3)

表 2.2.3 通信装置以外の無線装置を装備している漁船数

無線装置名	隻数
N N S S	約 1,000隻
ファクシミリ受信機	4,000～4,500隻
オメガ又はデッカ受信機	1,500～1,800隻
ローラン受信機	約 8,000隻

### (c) 漁船の通信

漁船の通信は一般の商船と同様

- (I) 船舶及び乗組員の安全、確保に関する「安全・遭難通信」
- (II) 中・大型遠洋漁船等が取扱っている「公衆通信」
- (III) 漁獲能率向上のため、又業務遂行に必要な「漁業通信」

の三つに大別される。(I)(II)に関しては説明を要しないが、(III)については漁業無線特有のものであって

その運用方法に関しては、電波法運用規則第二条で、その内容が規定されている。

従って漁業通信は、その範囲内で、僚船間と船間通信を、又加入契約をした漁業用海岸局と陸船間通信を行っている。

使用する周波数は、漁業用に割当てられた周波数を共用して使用している。漁業通信波を大別すると

(1) 所属漁業用海岸局別に割当てられている周波数（他の漁業用海岸局と時間帯を分けて共用している）。

(2) 船間通信専用に時間帯を分けないで使用できる周波数。

(3) 特定の漁種用に許可されている周波数。

である。漁船は一つ以上の海岸局に加入し、それに関連する通信周波の許可を受けて漁業通信を行っている。

表 2.2.4 は運用規則で定められている漁業通信の範囲であり、表 2.2.5 は漁業用海岸局の割当時間表の一例である。

漁業用海岸局は、陸船間の漁業通信を行う以外に気象情報、指導的な情報等も放送している。

一方漁船は、陸船通信、船間通信により漁業に関する情報を入手するが、通信量としては陸船通信量よりも、船間通信量が非常に多いのが実情である。遠洋漁船の場合は、出漁する漁場によっては、電波伝播の関係で、直接所属海岸局と通信を行えない場合、又通信能率から考えてそれが適当でない場合は、特定の漁船を中継して陸船通信を行うことがある。

図 2.2.1 は超短波帯（主として 27 MHz）のみを除く、漁業用海岸局の配置図である。

表 2.2.4 運用規則に規定されている漁業通信の範囲

（別表 第 11 号）

漁業通信の種類及び細目

1. 漁場の気象

天気、気圧、気温、風向、風力、視程等。

2. 漁場の海況

水温、比重、水色、波浪、潮流、潮目、水深、底質等。

3. 操業の状況（漁況）

操業日時、漁場の位置、魚群の状態（種類、魚の大小、濃度、移動の状況、餌付の良否、鳥付の有無等）餌付の種類及び数量、漁獲物の種類及び数量、今後の見込み及び調査方向、附近に於ける他船の有無等。

4. 操業上の打合せ

餌付け又は氷の配給状況、餌料の適否、使用漁具の種類及び手配、漁獲物の処理加工、乗組員の手配、相場等。

5. 操業上の注意事項、その他特異現象等。

6. 漁船の航程に関するもの

船体、機関、無線機の故障及び修理、漁獲物の輸送手配、漁獲上必要な航程の変更等。

表 2.2.5 漁業用海岸局の割当時間表の一例  
(全無協発行の時間表の一部を転載)

気仙沼 J F V (けせんぬまきょぎょう)					
通信時間	使用周波数	通信事項, 使用区分等	通信時間	使用周波数	通信事項, 使用区分等
00.03-01.00	A <sub>1</sub> 12358	陸船	00.03-01.00	A <sub>31</sub> 4409.4	船間 * ●
02.03-02.30	" 4247	待受	01.03-02.00	" 8783.2	" * ●
03.03-03.30	" 8682	公衆(2)	02.03-03.00	" 4409.4	" * ●
04.03-05.00	" 6495	待受	03.30-04.00	" 8783.2	" * ●
05.15-06.00	" 12358	陸船, 主として単独船	04.03-05.00	" 4409.4	送込 ●
05.03-05.30	" 7047.5	船間, さんま,かつお *	04.03-06.40	" 2832	"
05.03-05.30	" 3235	" "	05.03-06.00	" 8783.2	"
05.30-06.00	" "	鮭鱈流網期間中 ●	05.03-05.30	" 2235	船間 * ●
06.03-07.00	" "	陸船A	06.03-06.40	"	送込
06.03-07.00	" 8682	公衆(2)	06.45-07.00	" 4409.4	"
07.03-08.00	A <sub>1</sub> 4247	船間, 北洋トロール	07.03-07.40	A <sub>31</sub> 8783.2	送込 隨時切替 ▲ ●
07.30-08.00	" 17132	送込 * ●	07.30-08.00	" 13175.5	" ▲ ●
07.30-08.30	" 2297.5	船間, 鮭鱈流網期間中 ●	07.30-08.00	" 17269	"
08.30-09.00	" "	待受	08.03-08.00	" 2235	陸船
08.03-08.30	" 6495	"	08.30-09.40	"	船間 鮭鱈流網期間中 ●
08.03-09.00	" 22431	送込 * ●	08.30-08.15	" 3302	市況, さんま期間
09.03-10.00	" 12858	" 往復航路B	08.40-09.35	" 4409.4	送込
09.03-10.00	" 3235	公衆(2)	09.03-09.30	" 13175.5	" ▲ ●
10.03-11.00	" "	待受	09.03-09.30	" 17269	待受, ▲ ●
10.03-10.30	" 2297.5	船間, 鮭鱈流網期間 * ●	09.03-10.00	" 2832	周知, 漁況
10.03-10.30	A <sub>1</sub> 4247	公衆(2)	10.03-10.30	A <sub>31</sub> 4409.4	陸船
10.30-11.30	" 17132	送込 * ●	11.30-12.00	" 8783.2	"
11.03-12.00	" 3235	公衆(2)	11.30-12.20	" 2235	船間, 鮭鱈流網期間中 ●
11.30-12.00	" 8682	陸船	12.20-12.30	" "	*
12.03-13.00	" 2297.5	待受	12.30-13.00	" 4409.4	" * ●
12.03-13.00	" 22431	" * ●	13.03-14:00	{ 13175.5	送込 ▲ ●
12.30-14.30	" 3235	"	13.03-14:00	{ 17269	待受 ▲ ●
13.03-14.00	" 6495	公衆(2)	13.30-14.00	" 8783.2	陸船 ●
14.03-14.30	" 12858	送込	14.03-14.30	" 2235	船間 *
14.20-15.00	" 2297.5	待受	14.03-14.30	" 2832	陸船
14.30-15.00	A <sub>1</sub> 8682	公衆(2)	14.30-15.00	A <sub>31</sub> 2832	周知, 漁況
15.03-16.00	" 3235	周知, 気象, 陸船	14.40-15.00	" 4409.4	待受
15.03-16.00	" 4247	船間, 往復航路	15.03-15.20	" 8783.2	陸船
15.03-16.00	" 2350	" 鮭鱈期間 *	15.20-16.00	" 13175.5	送込 ▲ ●
15.03-16.00	" 4247	" * ●	15.20-16.00	" 17269	待受 ▲ ●
15.03-16.00	" 17132	送込 * ●	16.03-16.00	" 2235	船間 *
16.03-17.00	" 3235	市況C, 送込	16.30-16.40	" 8754.4	市況, 鰹期間 ▲ ●
16.03-17.00	" 12858	送込	17.03-17.30	" 2832	陸船
16.03-17.00	" 22431	" * ●	17.30-18.00	"	市況, 周知, 漁況
17.03-17.30	" 2297.5	待受	17.30-18.00	" 4409.0	待受
17.03-17.30	A <sub>1</sub> 6495	市況, 周知	20.03-20.40	A <sub>31</sub> 2235	待受
17.30-18.00	" 2297.5	船間, 鮭鱈期間 * ●	21.03-22.00	" 2832	送込
17.30-18.30	" 3235	待受	21.30-22.00	" 8783.2	"
18.03-18.30	" 4247	船間	22.03-22.30	" 2235	"
18.50-19.00	" 2047.5	"	23.03-24.00	" 8783.2	待受 * ●
19.03-20.00	" 3682	送込	00.03-24.00	A <sub>31</sub> 2832	陸船隨時
20.03-21.00	" 3235	待受	▲……隨時制のもの		
20.03-21.00	" 12358	公衆(2)			
21.03-21.30	" 6495	待受			
22.03-24.00	" 3235	市況, 待受			
22.03-22.30	A <sub>1</sub> 4247	待受			
22.03-23.00	" 2350	船間 * ●			
23.03-24.00	" 8682	公衆(2)			

A … さんま期間中さんま優先, B…かつお, トロール優先, C…市況は、かつお漁期間のみ

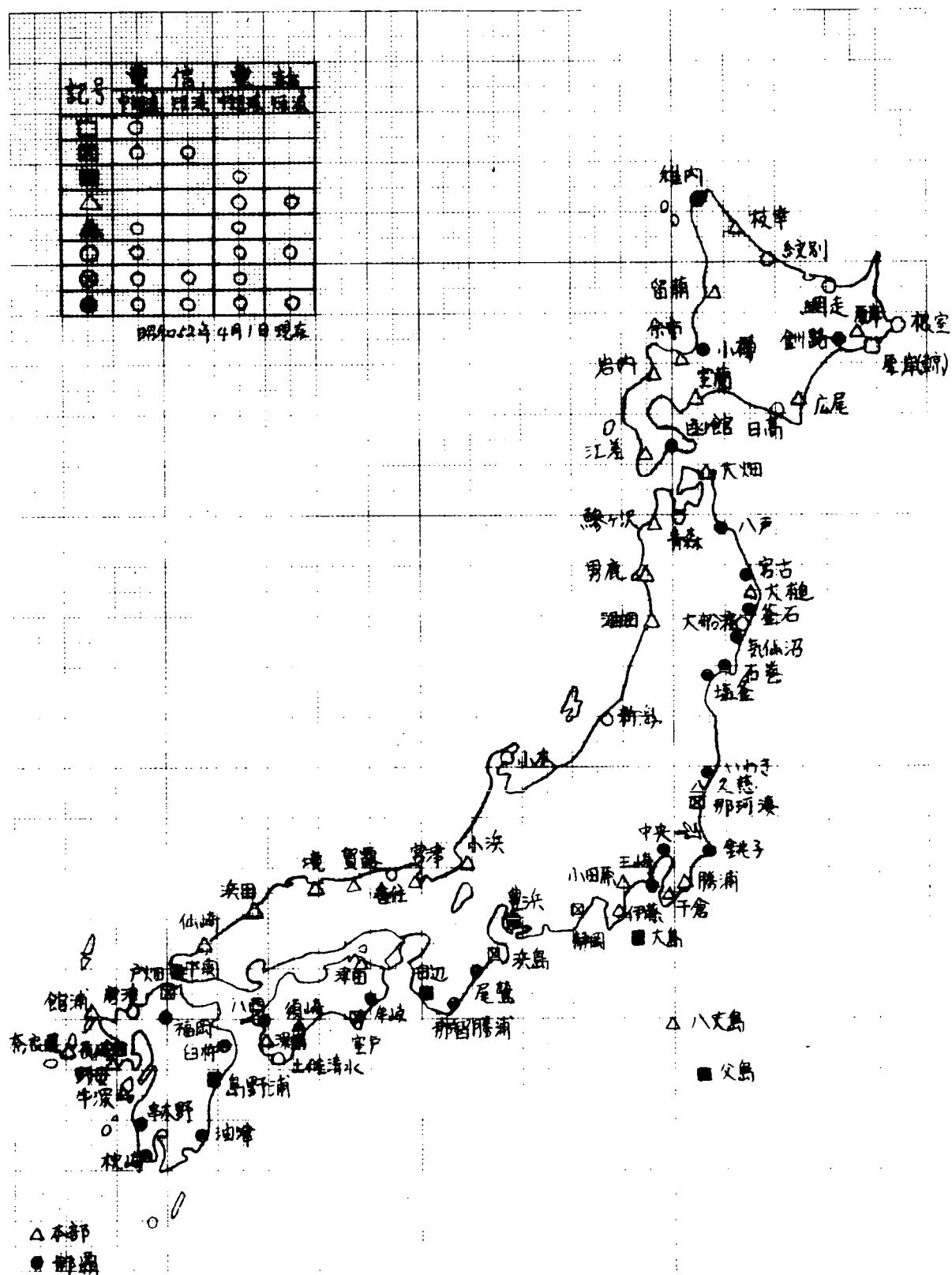


図 2.2.1 中短波・短波漁業用海岸局配置図

(d) 遠洋漁業の短波帯による陸船通信の問題点

国内の遠洋漁船は、諸外国の近くの海域で操業する場合であっても、特種の場合をのぞき、直接、又は僚船を中継して、国内の海岸局と通信を行なっている。

近年200海里専管水域の設定等により遠洋の漁船は漁種によっては減少の方向にあるが、別の動きとして、沿岸より逆合へ、逆合より遠洋への動きも見のがすことはできない。遠洋漁場と海岸局との通信は、電波伝播的に条件の良い、短波帯にたよっているが、将来ともこの通信周波数のみで運用して良いかどうかは、現在でも通信波が不足していること、混信が多いこと、情報化が進み通信量が多くなってくること、これに加えて電信より電話への移行の動きがあり、電話化が進めば電信回線に比べて、混信に対して弱くなる他S/Nから見た場合も通信の品質がおちる等を考えたとき、短波帯での通信量をこれ以上増加させるのは限界にきていると考えられ、通信方式等の新しい考案がない限りに於ては何らかの処置が必要となってくる。

一方短波帯通信と操業海域を考えた場合、日本の南北方向に関しては、電離層の関係で、時間帯に合致した周波数を選択すれば、ほゞ24時間陸船通信を確保できる。図2.2.2(A)にジャワ附近、同図(B)にオーストラリア・ニュージラント附近と日本と通信できる時間帯別の周波数を実装で示してある。この図は電波研発行の電波予報の一例であり、季節によってその情況が若干変るがほゞ満足な陸船通信が行なえると考えて良い。しかしながら海域が南北方向からずれた、アフリカの南海域や大西洋と日本との通信では図2.2.3の(A)(B)(C)の如くなり、どの周波数を使っても直接日本と通信ができない時間帯ができる。

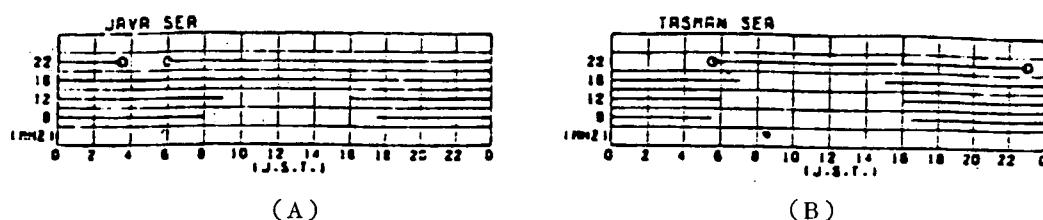


図 2.2.2 短波帯での通信可能時間（南北方向の海域）

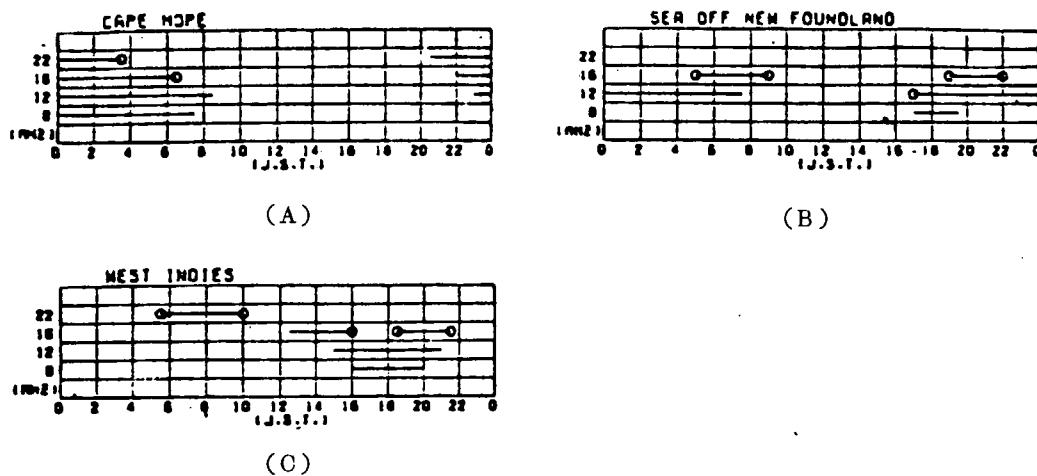


図 2.2.3 短波帯での通信可能時間（南北方向以外の海域）

漁場が世界的にどのように分布しているかは、漁權によって変り、新しい漁場の開発も含めて検討しなければならないが、200～300トン以上の大型漁船の場合には、常時日本と直接通信が困難な、アフリカ南側及び西側海域、地中海、南アメリカ東岸沖、大西洋等で操業する漁船は、時期によって又船によっても変ってくるが、一年間の平均としては10～30%程度と推定され、又遠洋トロールの場合は周年その様な海域で操業する漁船もある。

この様な海域に出漁している漁船は、僚船を中継して陸船連絡を確保している場合が多く、今後電話化に移行するときに問題がおきるのは勿論であるが、情報化時代をむかえ、ファクシミルによる漁業情報の放送内容の入手についても問題無しとは云いきれない等数多くの問題点を含んでいると考えるべきである。

## (2) 必要な伝送情報の種類等

### (a) 操業に必要な情報の送受信内容 操業に必要な情報としては、

- (i) 船舶の航行に必要な情報
- (ii) 漁獲能率を向上させるために関連がある情報

に大別され、母船式漁業の場合は別として、図2.2.4に記載の如く、無線により陸船間、僚船間、又放送形式等によって送受信される。

### (b) 漁業通信の内容の詳細

表2.2.4に電波法の無線局運用規則に定められた漁業通信の種類と細目を示したが、水産電子協会の「漁業情報と人工衛星の調査研究」報告書(昭和49年度)によると、漁業情報を「自然環境情報」と「資源情報」に分け、それらの内容をこまかく分類し、漁種、海域別等にそれぞれどのような情報を特に必要とするかを調査してまとめる。一例として漁種別必要情報のリストを表2.2.6および表2.2.7に示す。実際の通信内容は、割当通信時間が短いという制約があり、これらの表の内容全部の通信が行われるとは限らず。その時の操業に特に必要な最低限の数項目の通信が行われているのが実情である。

### (c) 情報量

必要な情報の量としては例えば表2.2.6または表2.2.7に示す必要を各船ごとにピックアップし、その情報量を集計することにより算出できるが、前述のように各船に割当てられた通信時間が短いので、現状ではこの情報量すべてを送受信する余裕はない。

そのため、一般的に50トン以上の漁船では専従の通信士がいて、就寝時以外は無線室において、割当時間における陸船間通信および船間通信、放送受信の他、80～90%は船間通信の傍受により各種情報の収集に従事している。

陸船間の通信はファクシミリ放送を含めて、50トン以上の漁船の場合その大略値は、表2.2.8の通りである。

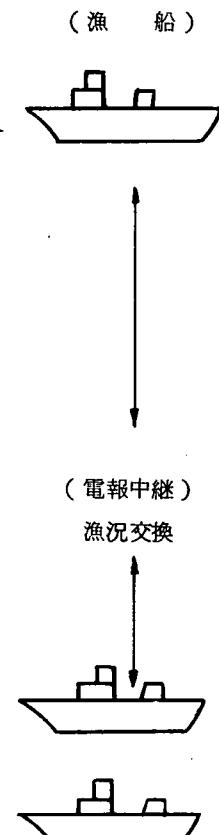
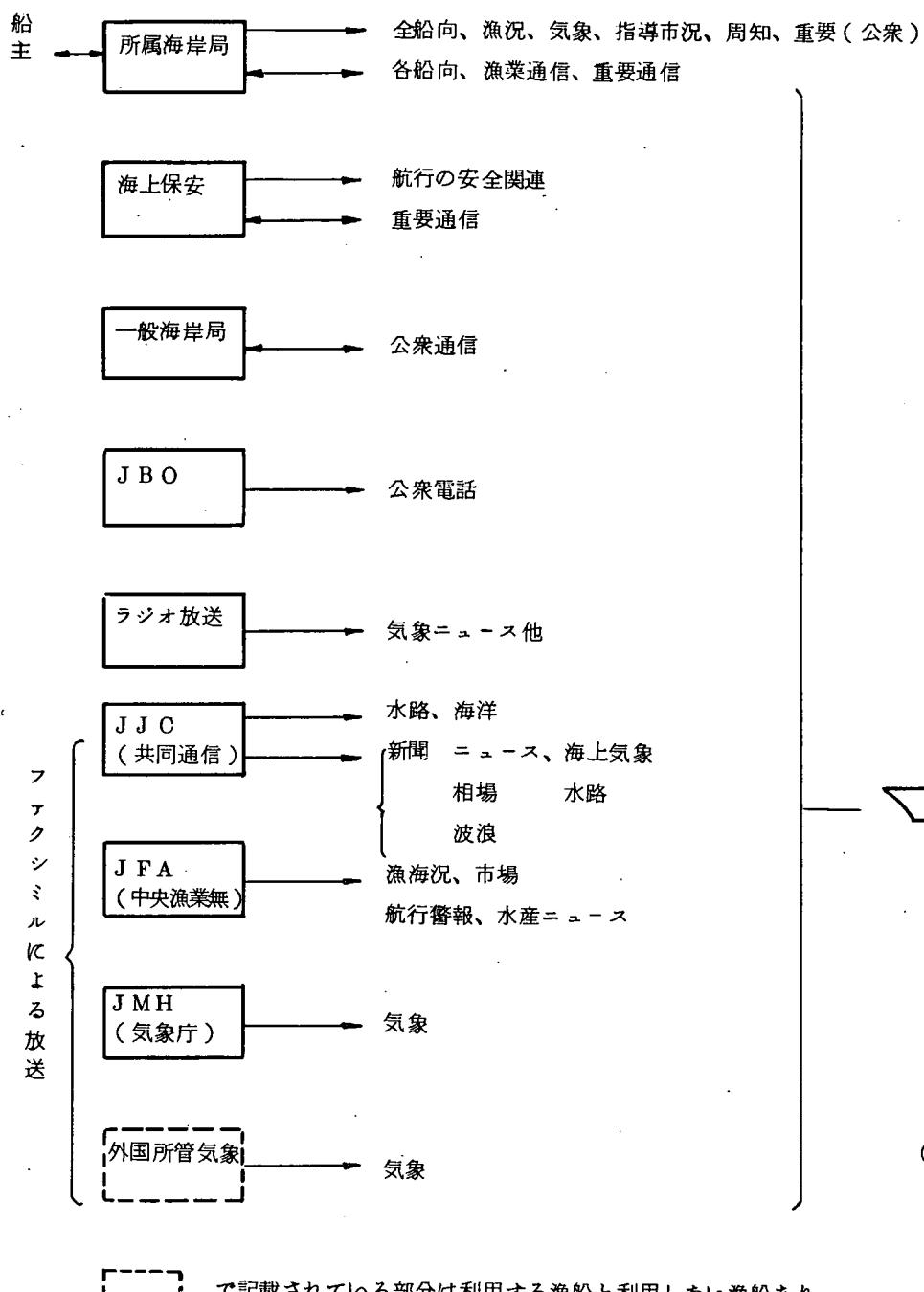


図 2.2.4 情報の種類別伝送方方向および内容

表 2.2.6 漁種別必要情報(近海)

漁業種類		沿岸・近海・捕鯨	近海かつお・まぐろ						さけ・ます・流網	さんま・樽受網	あじ・さば・旋網	いわしあ・一本釣	定置	小型延びき網	沿岸(釣流網)	浅海登場
			一本釣	延縄	旋網	ひ突樽受網	さば一本釣	いわしあ一本釣	定置	小型延びき網	沿岸(釣流網)	浅海登場	沿岸(釣流網)	小型延びき網	沿岸(釣流網)	浅海登場
自然環境情報	海象	水温	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		水色	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		電気分	○		○	○	○	○		○		○	○	○	○	○
		比重														○
		pH		○												○
		海面圧							○							
		透明度		○				○				○				○
		照度						○								
		濁度						○								○
		塗装塩						○								○
漁場情報	地質	D O														○
		C O D														○
		流速	○	○	○							○	○	○	○	○
		流向										○	○	○	○	○
		流軸の位置	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		分枝流の状況	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○
		潮流		○				○	○	○	○	○	○	○	○	○
		吹送流														
		向洋流						○								
		暖流水域	○	○	○	○		○		○	○	○	○	○	○	○
情報編	資源情報	潮目(汐焼)	○	○	○	○		○		○	○	○	○	○	○	○
		暗礁	○		○			○		○						
		傾斜	○	○	○	○		○		○						○
		陸上地形	○										○			
		水深							○				○	○	○	○
		海底地形	○	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○
		底質						○					○	○	○	○
		気象	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		生物	魚種					○	○				○			
		資源	系統群					○					○			
情報編	非対象資源情報	資源	回遊	○	○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○
		魚類	魚体組成		○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		魚類	米遊時期		○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○
		魚類	期前性状		○	○		○	○							
		魚類	漁期										○			
		魚類	分布位置		○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○
		魚類	分布密度		○	○		○	○	○	○	○	○	○	○	○
		魚類	分布変化					○	○	○	○	○	○	○	○	○
		魚類	発見	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		魚類	魚形	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
		資源	群科	○	○	○		○	○				○			
		資源	プランクトン	○												
		資源	他魚							○			○			
		資源	流れ		○	○										
		資源	流木													
		資源	害敵	○	○	○		○					○			
		資源	鳥		○	○		○								

表 2.2.7 漁種別必要情報(遠洋)

漁業種類			母船式捕鯛		北洋母船式		遠洋底びき		遠洋かつお・まぐろ		その他				
情報種類			南	北	さけ ・ 水 洋 様	か に	北洋 底 トローリー <sup>ル</sup>	南方トローリー <sup>ル</sup>	以西底 びき	えびトローリー <sup>ル</sup>	一本釣	延縄	旋	い か ・ 網	近 海 ・ 利 網
漁場情報	自然環境情報	水質	水温	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	
			水色	○	○			○	○	○	○	○	○	-	
			塩分	○	○				○				○	-	
			P.H.			○						○		-	
			溶通圧	○										-	
			透明度	○						○		○	○	-	
			照度	○						○				-	
			肉度	○	○	○	○	○	○	○			○	-	
			栄養塩	○	○									-	
			流速	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	
			流向		○	○	○	○	○	○				-	
			海流位置	○	○						○	○	○	-	
			流分歧											-	
			潮流		○		○	○	○	○	○	○	○	-	
			吹送	○										-	
			波浪	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	
			ウネリ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	
			既冷水面			○					○	○	○	-	
			潮目(少現)	○	○		○	○	○	○	○	○	○	-	
			露筋	○	○	○					○	○	○	-	
			極前潮		○				○		○	○	○	-	
			水流			○	○							-	
			氷				○							-	
			山氷	○	+		○	○						-	
			パンクアイス											-	
			地核溶解割合	○	○		○	○		○				-	
			水深			○	○	○	○	○	○	○	○	-	
			海底地形	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	
			底質											-	
			地象											-	
			水塊											-	
			気象	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	
			天象	(季節風)										-	
			(雨量)											-	
			(雲)	○		○								-	
			太陽黒点			○	○							-	
			生物											-	
			対象生物											-	
			資源	魚類	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	
			資源	生物相		○	○	○	○	○	○	○	○	-	
			資源	固有種	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	
			資源	系統										-	
			資源	資源	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	
			資源	魚類組成	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	
			資源	魚卵分布	○									-	
			資源	稚仔分布										-	
			資源	米漁時期	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	
			資源	期前性状	○									-	
			資源	魚期長短	○	○	○	○	○	○	○			-	
			資源	分布密度	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	
			資源	分布変化	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	
			資源	漁獲地	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	
			資源	死見	○									-	
			非対象資源情報	磯料		○	○	○	○	○	○	○	○	-	
			非対象資源情報	プランクトン	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	
			非対象資源情報	他魚類	○	○								-	
			非対象資源情報	藻類										-	
			非対象資源情報	木政										-	
			非対象資源情報	若木	○									-	
			非対象資源情報	若木政										-	

表 2. 2. 8 1 日の陸船間通信量

区分	相手局	1日の回数	1回の所要時分	所考
送受信	所属の漁業用海岸局 (送受)	1～3	20秒～1分	当番船で運用している場合でもその時間中は受信している
放送の受信	所属の漁業用海岸局から気象、周知事項等の放送	2～4	1分～3分	
ファクシミリ放送の受信	JJC(気象) JFA(漁海況市場) JMH(新聞、相場) 諸外国所管局 (気象)	2～6	20分～40分	
送受信	公衆通信	1～2	電信1分～2分 電話3分～10分	通常は5分位で切られる。

### 2.2.3 情報の入出力機器、入出力方法

#### (1) 概説

情報処理システムにおける入出力装置の比重は年々高まっており、より使い易い装置を求めて次々と新しい装置が開発され、最近は Key to Diskette 装置と手書き OCR(光学式文字読取機)が最も高い伸び率を示しているようである。

陸上基地で使用する入出力機器は上記のように汎用標準的機器として、使い易い装置が揃って来ているが、小型船舶(漁船)で使用するのには、必ずしも適しないと考えられるので、海事衛星を通して陸上基地の処理装置に情報を入出力するための船上における入出力機器について検討する。

#### (2) 船上の入力機器

##### (a) 選定条件の検討

一般に入出力機器、方法を選定する場合は、表 2.2.9 に示すような各種条件項目について調査する必要があるとされているので、\*これらをまとめると次のようになる。

##### (i) 原始データの発生場所

船内各場所で発生するが、すべて船長に報告され、まとめられる。

##### (ii) 原始データの作成者と入力データの投入者

陸上基地に報告されるデータ(日報)の作成者は船長であり、そのデータの基地への投入者は通信士である。

##### (iii) 原始データの発生から入力データの投入までに許容される時間

日報という形での 1 日ごとの報告であり、一般に緊急時以外は特に急がない。

##### (iv) 正常データと修正データの関係

日報の修正電報という形で行われる。

\* 岡部正文、“インプット／アウトプット方法の選択について”、情報処理、Vol. 19, No. 4, April

#### (V) 原始データの発生頻度と一回当たりの情報量

日報という名の示すとおり原則として1日1回であり、情報量としては、平均100字以内程度である。

#### (VI) 漢字または仮名文字の有無

日報は一般に和文電報として送られるので、使用文字は、仮名および数字・記号である。

#### (VII) 原始データまたは入力データの種類

2.2.2項を参照のこと。

#### (b) 入力機器の種類

一般的な入力機器としては、表2.2.10に示すように多種のものがあるが、(a)項の選定条件に照し合わせて考えると船上での使用に適するものとしては下記のようなものに限られるであろう。

##### (i) キーボードを使う入力機器

テープパンチ／テープリーダ  
キーツーカセット  
キーツーディスクケット  
キーツーRAM

##### (ii) 手書きOCR

##### (iii) 計測器+A/D変換器

これらは、船舶の入力機器から直接陸上基地の中央処理装置にデータを入力する場合にも使える機器であるが、基地側に入間を介在させる場合は、上記の他に下記のような一般通信用端末機器も使用できる。

##### (iv) 電話器

##### (v) ファクシミリ

#### (c) 比較検討

1日1回100字以内程度というデータ量と、データ発生から投入までにそれ程急ぐ必要のないことから、A/D変換器や手書きOCRを用いるメリットは余りないので、キーボードを使う入力機器が適当と考えられる。

基地側では多量のデータが集中するので、できるだけ省力化を図る必要があり、基地側で入手をする電話器やファクシミリは、計算機入力装置としては好ましくない。将来音声認識技術や文字認識技術が発達し広く使われるようになると、基地側で入手を介すことなく電話器やファクシミリ受信機からのデータを計算機に入力させることは可能となるであろうが、伝送路コストが陸上通信回線に比べて著しく高いという海事衛星通信システム（または一般に海上通信システム）の特殊性を考えると、認識装置はむしろ船上に備え、認識装置の抽出した必要データのみを伝送する方が望ましい。

キーボードを使う入力機器の中では、現在狭帯域直接印刷電信システムやMARSATシステムで使われているテープパンチ／テープリーダの方式でも実用にはなるが、小型船舶用としてはできる限り小形軽量化が望ましいので、中間の紙テープの不要な、キーツーメモリの方式が適している。

そして、1回のデータ量が100字以内程度と少ないとから、メモリとしてはカセット（カセット磁気テープ）やディスク（フロッピーディスク）のような大容量のものは必要でなく、128字～256字程度のICによるRAM（ランダムアクセスメモリ）が適当と考えられる。

紙テープを用いない方式では、一般に入力データの確認・修正のために表示装置（キャラクタディスプレイ）を付属させる必要がある。表示装置としては一般には経済性の点でCRT（ブラウン管）が最も多く使われているが、字数の少ない用途にはプラズマディスプレイが伸びて来ており、小型軽量な点で小型船舶用としてはプラズマディスプレイが適当と考えられる。将来は発光ダイオードや液

品も有力とされている。

キー ボードの字種としては、選定条件の項で述べたように仮名と数字が必要である。現在仮名と英数字が必要である。現在仮名と英数字を含むキー ボードの標準配列としては、印刷電信用(図2.2.5)と情報処理用(図2.2.6)の2通りがJISで標準化されているが、計算機への入力用としては、使用コードも情報処理用として標準化されている後者の方が当然望ましい。ただし車載用などには、より小型の特殊な配列のキー ボードが開発される動きもあり、小型船舶用にもそのような新しい小型のものを今後検討する必要がある。プラズマディスプレイを用いた、情報処理用キー ボード/ディスプレイの1例を図2.2.7に示す。

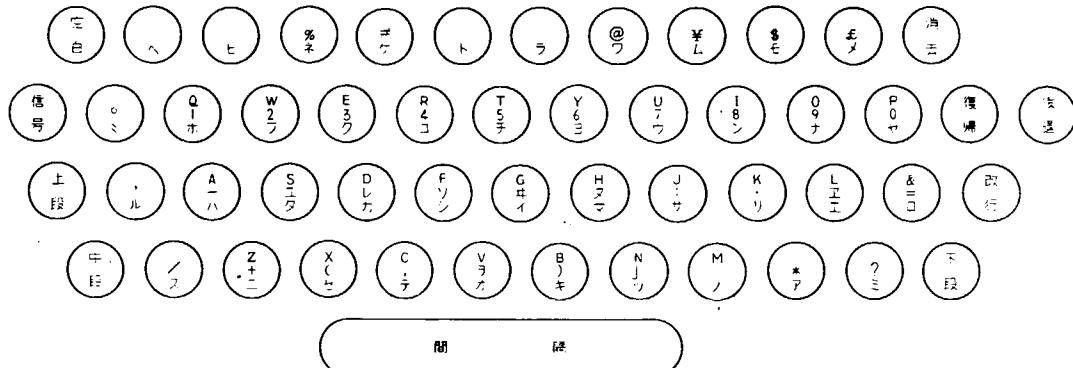


図2.2.5 印刷電信用キー配列(JIS C 0803)

コントロール		リセット		フィード		バックフィード		スタート		ストップ		ステップリード			
1 ヌ	2 フ	3 ア	= ニ	4 ウ	\$ エ	5 ヰ	6 オ	7 ヤ	8 ユ	9 ヨ	0 ワ	- ホ	RS ヘ	FS ¥	まつ 消
CAN	DC1 タ	ETB W	ENQ E	DC2 イ	DC4 ス	EM T	NAK Y	HT ン	SI U	DLE I	NUL ニ	ESC 。	復 改	後 退	
英 記 号	SOH A	DC3 チ	EOT S	ACK ト	BEL シ	BS ハ	GS ギ	NL J	VT マ	FF ク	LE ノ	*	GS ム		
英 数	SUB Z	CAN ツ	EIX サ	SYN ソ	STX ヒ	SO コ	ON ミ	OM ギ	、 ネ	> ル	? メ	US 一	カ ロ	ナ	

図2.2.6 情報処理用キー配列(JIS C 6233)

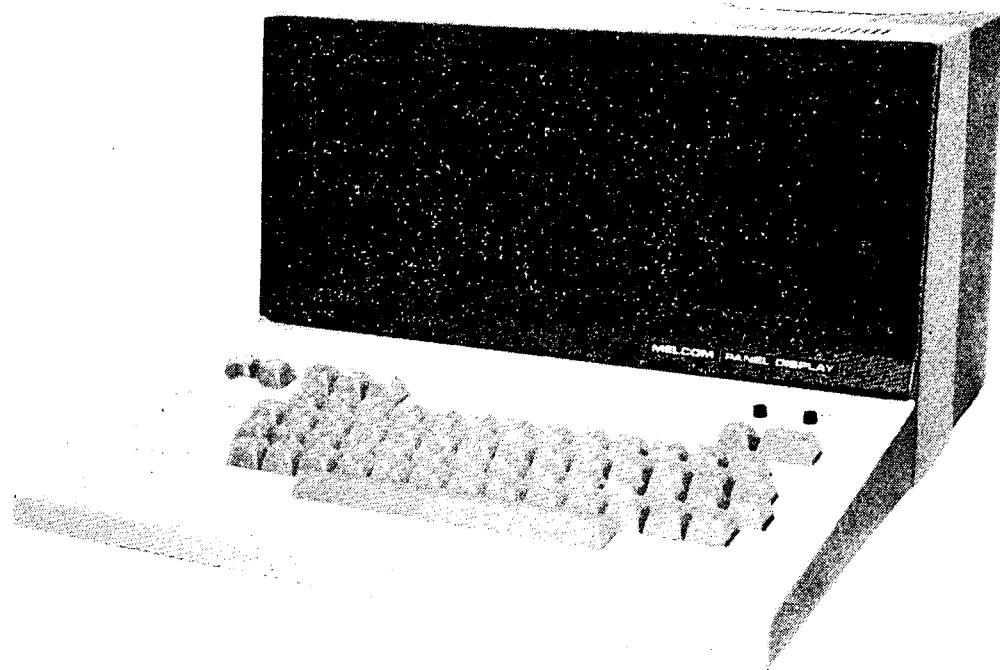


図 2.2.7 キーボードディスプレイの一例(256字)

(3) 船上の出力機器

(a) 選定条件の検討

表 2.2.9 に示された各条件について調査した結果は次のようである。

(i) 要求される出力形態と次の利用先

出力形態は通信文等入間が判読できる形であり、次の利用先は船長である。

(ii) 配布先と配布方法

船長に通信士から手渡す。

(iii) 配布部数

船長へは1部渡せば良いが、控としては通信士が1部保管するように法令で定められており、合計2部となる。

(iv) 設置場所

通信室である。

(v) 漢字あるいは仮名文字の有無

仮名文字あり

(vi) 出力の所要時刻

受信完了後即時ではあるが、特に急ぐことはない。

(vii) 出力の頻度と1回当たりの情報量

3日に1回位の頻度で、1回当たりの情報量は平均100字以内程度

(viii) 出力の種類

2.2.2項参照

(b) 出力機器としては表 2.2.1-1 に示すように多種のものがあるが、小型船舶（漁船）での使用に適するものは、下記のようである。

- (i) シリアルプリンタ  
シリアルプリンタの方式分類を表 2.2.1-2 に示す。  
\*  
(ii) ファクシミリ  
(iii) プリンタ／FAX両用出力装置

(c) 比較檢討

1回のデータ量が少なく、速度もそれ程必要とされないので、経済性の点から、低速のシリアルプリンタで十分である。ただし小型船舶は動搖が激しいので、これに耐えるには印字ヘッドのなるべく軽い方が望ましく、この意味で、縦一列印字式のドットマトリックス形インパクトプリンタあるいは感熱形または放電破壊形のノンインパクトプリンタが適している。これらの中で、用紙の安価な点

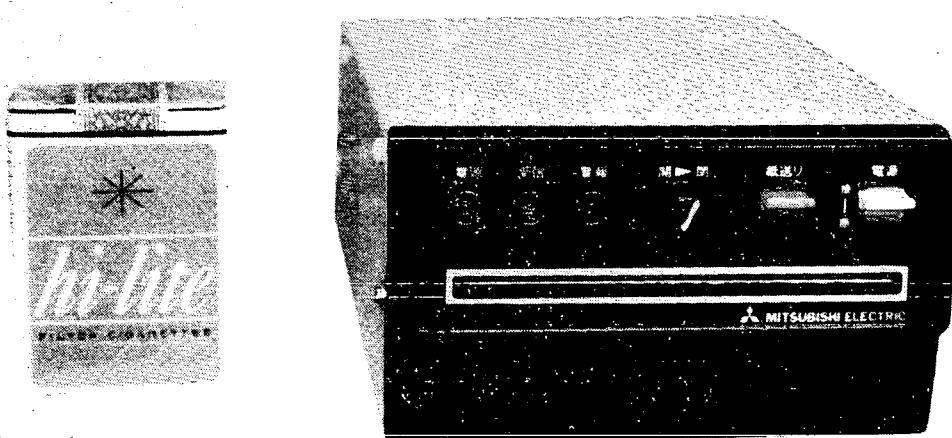


図 2.2.8 車載用テレプリンタ／FAXの一例

ラレフ・リンター  
A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z @ 12345  
カタカナハギハギ！ “カタカナ” & “カタカナ” = + \* □ ◇ ; , . / ◇ ?  
カタカナハギハギ カタカナハギハギ サシスセソ タチツテト オニヌキノ ハヒ  
カタカナハギハギ カタカナハギハギ キュヨ ラリルレロ ワラン 。「カタカナハギハギ」

図 2.2.9 車載用テレプリンタ印字例

\* 元岡達、『入出力技術の最近の動向』、情報処理、VOL. 19, № 4, April 1978, P. 294 - P. 304。

と複写の取り易い点でインパクト式(ニードルドットタイプ)が最も有利であるが、感熱式も用紙がかなり安価となり、また複写が1枚は取れるようになって来たので、今後有望と考えられる。

ファクシミリは計算機の出力装置としてはまだ研究段階であるが、気象図や新聞等の受信装置として従来から使われておる小型船舶でも必要な装置である。そこでプリンタ／FAX両用の出力装置を用い、船内スペースを節約する方式が考えられる。

記録方式としては、最近経済性の点で伸びつつある感熱式FAXが、固定ヘッドで動搖に強い点からも適当と考えられる。プリンタとして用いる場合は、字数が少ないので一旦受信電文をRAMに貯えた後印字せるようにすれば、複写も容易に作れる。車載用のプリンタ／FAX両用出力装置の1例を図2.2.8に、その印字例を図2.2.9に示す。

表2.2.9 インプット／アウトプット方法の比較対象を  
選ぶための条件

I/Oの区分	条 件 項 目
インプット 方法につ いて	<ul style="list-style-type: none"><li>① 原始データの発生場所</li><li>② 原始データの作成者とインプットデータの投入者</li><li>③ 原始データの形態</li><li>④ 原始データ発生からインプットデータ投入までに許容される時間 (最終発生時刻と投入時刻)</li><li>⑤ 正常データと修正データの関係</li><li>⑥ 原始データの発生頻度と一回当たりの発生量</li><li>⑦ 漢字、あるいはカナ文字の有無</li><li>⑧ 原始データ、あるいはインプットデータの種類</li></ul>
アウトプッ ト方法につ いて	<ul style="list-style-type: none"><li>① 要求されるアウトプットの形態(含次の利用先)</li><li>② 配布先(社外に提出するのか社内用か、組織用か個人用か、利用者の階層は等)と配布方法</li><li>③ アウトプットの配布部数</li><li>④ 端末機器の設置場所</li><li>⑤ 漢字、あるいはカナ文字の有無</li><li>⑥ アウトプットの所要時(原始データの発生からアウトプットの入手までの許容時間)</li><li>⑦ アウトプットの要求される頻度と一回当たりの発生量</li><li>⑧ アウトプットの種類</li></ul>

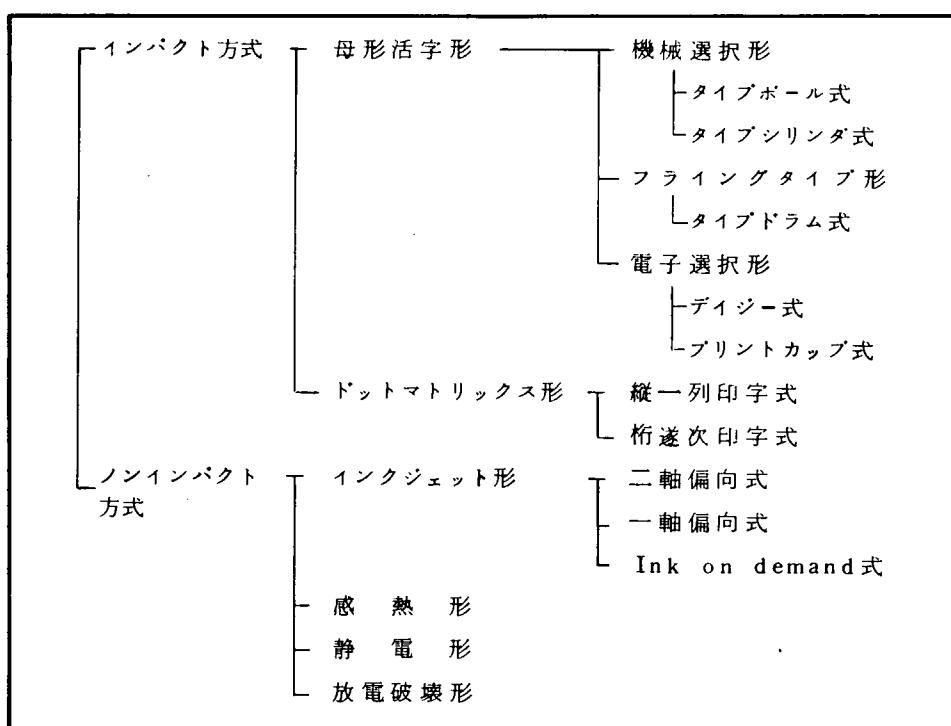
表 2.2.10 各種入力機器一覧表

分類	機器
データ作成装置	カードパンチ テープパンチ キーツーテープ キーツーカセット キーツーディスク キーツーディスケット
読取装置	紙カード装置(カードリーダ) 紙テープ装置(テープリーダ)
認識装置	MICR OCR OMR
図形入力装置	タブレット ディジタイザ
専用端末装置	POS
その他	A/Dコンバータ 漢字入力装置

表 2.2.11 各種出力機器一覧表

分類	機器
印刷装置	シリアルプリンタ ラインプリンタ
作図装置	プロッタ
せん孔装置	紙カード装置 紙テープ装置
表示装置	CRT プラズマディスプレイ
その他	音声合成装置 D/Aコンバータ

表 2.2.1-2 シリアルプリンタの諸方式



## 2.2.4 情報伝送方式

### (1) 概 説

陸上基地の中央処理装置と船舶の入出力装置との間の情報伝送は当然データ伝送の形をとるので、まず小型船舶に適したデータ伝送方式について検討するが、電話およびファクシミリに対する要望も強いので、音声伝送方式およびファクシミリ伝送方式についても検討を加える。なおテレックス伝送はデータ伝送と技術的には類似であり、ただ伝送信頼度(誤字率)に対する要求がデータ伝送よりも若干ゆるいが、データ伝送が満足に行われれば同じ方法でテレックスも誤字なく伝送できるので、テレックス伝送方式はデータ伝送方式に含めて検討する。

### (2) テレックスおよびデータ伝送

#### (a) 変調方式

変調方式としては、従来から知られているように(例えばSR-150 昭和50年度報告書6.6節)、2相差動位相変調(DPSK)/周期検波方式が最適である。マルチバスの激しい自動車無線などでは、急速なフェーディングが生じキャリアの位相も急速に変動するため、DPSK/遅延検波または周波数変調(FSK)/包絡線検波方式の方が有利であると云われるが、海事衛星システムでは、海面反射によるマルチバスフェーディングは比較的ゆっくりしているので(例えば、SR-150 昭和52年度報告書3.1.3(7)項)、やはりDPSK/同期検波方式が最適と考えられる。

#### (b) 多重化方式

多重化方式は、陸上→船舶回線と、船舶→陸上回線とを分けて考える必要がある。

##### (i) 陸上→船舶

FDM(周波数分割多重)とTDM(時分割多重)を比較すると、システムの柔軟性の点ではFDMの方がすぐれているが、衛星トランスポンダのバックオフが殆ど不要となり、回線当たりの衛星EIRPが2倍程度増加し、船舶のアンテナ開口径を $1/2$ 程度に減らせる点で、小型船舶用としてはTDM方式の方が有利である。

##### (ii) 船舶→陸上

船舶の送信機の送信電力が最低にできる点で、FDM方式が有利である。ただしテレックス(低速データ)専用送信機でなく、音声伝送にも同じ送信機を用いる場合は、FDMでは音声(大出力)とテレックス(小出力)とで送信出力を切替える必要があるので、尖頭送信出力が音声送信時と同じで良いT DMA(時分割マルチプルアクセス)方式が有利と考えられる。

#### (c) 誤り制御方式

最適な誤り制御方式を選定するには、回線のビット誤りのパターンを正確に把握する必要がある。現在までのところ、ビット誤りパターンのデータは殆ど得られていないが、前述の海面反射によるフェーディングパターン等を参考にして検討を試みる。

##### (i) 誤り検出再送方式

一般に地上のデータ通信回線では、誤り制御方式として誤り検出再送方式を用いており、最近ではハイレベルデータリンク制御手順(HDLC)が標準となりつつある。

海事衛星システムも通信回線としては全二重通信回線が得られるので、HDLCによる誤り検出再送方式が使えれば、標準化の意味から好ましい。そこでこの方式を用いた場合の誤り制御性能を検討する。

(イ) HDLCのフレーム構成は図2.2.1.0のとおりであり、情報フィールド以外の信号がかなり含まれるので、実質スループットとして $50\text{ b/s}$ 以上を確保するため、回線上のビットレートは $100\text{ b/s}$ とする。

(ロ) フレーム長は長くする程見掛けの伝送効率は良くなるが再送確率が増すので、実質スループット

ト  $50 \text{ b/s}$  を得る最短フレーム長を考え、図 2.2.1.1 のように 80 ビット (0.8 秒) とする。陸上局と船舶間の伝送遅延時間は、

$$80000 \text{ km} / \text{光速} \approx 0.27 \text{ 秒}$$

であるから、上記のフレーム長を用いると、図 2.2.1.2 に示すように再送要求信号は次のフレームを送信中に届くので、1 フレーム前のデータのみ再送してやれば良い。

- (a) フェージングパターンは図 2.2.1.3 のように簡単にモデル化すると、平均ビット誤り率  $P$  と、フェージング周期  $T_F$  とエラーバースト長  $T_{EB}$  の間の関係は次式のようになる。

$$P = \frac{1}{2} \cdot \frac{T_{EB}}{T_F}$$

このエラーパターンのモデルにより、平均ビット誤り率  $P$  と再送確率およびスループットレートを計算すると図 2.2.1.4 のようになる。ただしフェージング周期  $T_F$  は、前述の海面反射実験データより、

$$T_F \approx 5 \text{ sec}$$

とする。

また、再送確率  $P_R$  と  $P$  の間の関係は、近似的に次式によるものとした。

$$P_R = \begin{cases} 80P(1-P)^{7.9} & \dots T_{EB} < T_B \\ \frac{L_F}{T_F} \times \frac{3}{4} & \dots T_{EB} = 2T_B \\ \frac{L_F}{T_F} \times \frac{7}{8} & \dots T_{EB} = 3T_B \\ \vdots & \vdots \\ \frac{L_F}{T_F} \times \frac{2^{n-1}}{2^n} & \dots T_{EB} = nT_B \end{cases}$$

$$T_B : 1 \text{ ビットの時間長} = 10 \text{ ms} (100 \text{ b/s})$$

$$L_F : 1 \text{ フレームの時間長} = 0.8 \text{ sec} (80 \text{ ビット})$$

- (a) 見逃し誤り率は、本モデルでは

$$T_{EB} < 1.6 T_B$$

すなわち

$$P < 8 \frac{T_B}{T_F} = 0.016$$

までは無視し得る。現実にはこれよりは悪くなるであろうが、1桁小さい  $P$  ( $P < 10^{-3}$ ) ならば無視し得ると予想される。(ランダム誤りと仮定しても  $\gamma_2 C_4 P^4 = 1.03 \times 10^{-6}$  より十分小さい)

- (b)  $P < 10^{-3}$  ならば、フェージング周期が 10 倍の 50 秒になっても、 $T_{EB} < 0.1 \text{ 秒} = 10 \text{ ビット}$  であり、誤り検出 (16 ビット以下のバースト誤りをすべて検出) は完全に動作して見逃し誤りは生じない。

- (c) 1 フレームの情報ビット数は 40 ビットであり、8 ビット/キャラクタとすると 5 キャラクタである。8 ビット/キャラクタのコードとして、J I S C 6 2 2 0 の 8 単位符号を用いると、シフトなしで片仮名と英数字を表すことができ、漁船用の要求にマッチすると考えられる。

(ii) 誤り訂正を併用する方式

前記の方式は図 2.2.1.4 でわかるように  $P < 10^{-3}$  ではスループットレート  $46 \text{ b/s}$  以上、 $P = 10^{-2}$  でも  $42 \text{ b/s}$  であり、ここで仮定したような簡単な誤りパターンのモデルに対しては十分有効な方式と云える。しかしランダム誤りが多く混ったような誤りパターンの場合は、 $P = 10^{-2}$  に近付くと急激にスループットレートが低下し、データが通らなくなる。そのような場合は、1 ビット以下の誤りは訂正し、2 ビット以上の誤りの時のみ再送要求を出すというように誤り訂正と再送要求を併用することによりスループットレートを改善できる。

H D L C で用いられている符号は、符号間距離 4 の B C H 符号（生成多項式  $X^{16} + X^{12} + X^5 + 1$ ）であるから、1 ビット誤りはすべて訂正し、2 ビット誤りはすべて検出できる特性を持つので、復号器を変更するだけでこのような使い方をすることも可能である。ただし誤り訂正を併用すると見逃し誤り率は大きくなるので、実際の誤りパターンにより慎重に検討する必要がある。

この方式は、データ伝送に対しては見逃し誤り率の点で問題であるが、 $10^{-2}$  を越えるビット誤り率の回線でテレックス伝送を行う場合には極めて有効であると予想される。

フラグ シーケンス	アドレス フィールド	制御 フィールド	情報 フィールド	フレーム チェック シーケンス	フラグ シーケンス
01111110	8 ビット	8 ビット	( <sup>1</sup> )	16 ビット	01111110

注 (<sup>1</sup>) 情報フィールドのビット数は規定しない。システムの約束によって特定の長さ、例えばオクテットの倍数と定めてもよい。

図 2.2.1.0 H D L C のフレーム構成

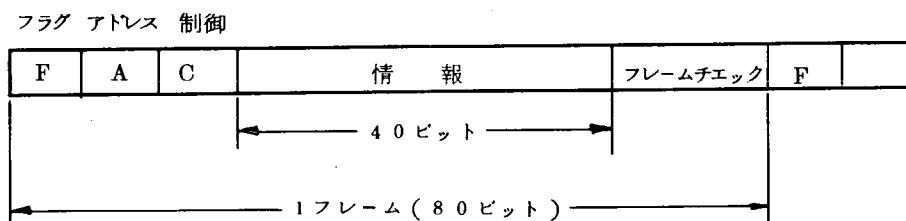


図 2.2.1.1 フレーム構成(案)

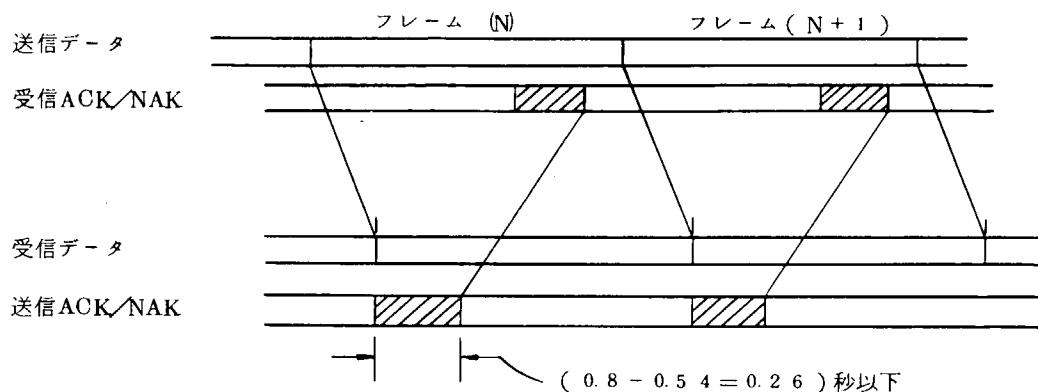


図 2.2.1-2 送受信タイムチャート

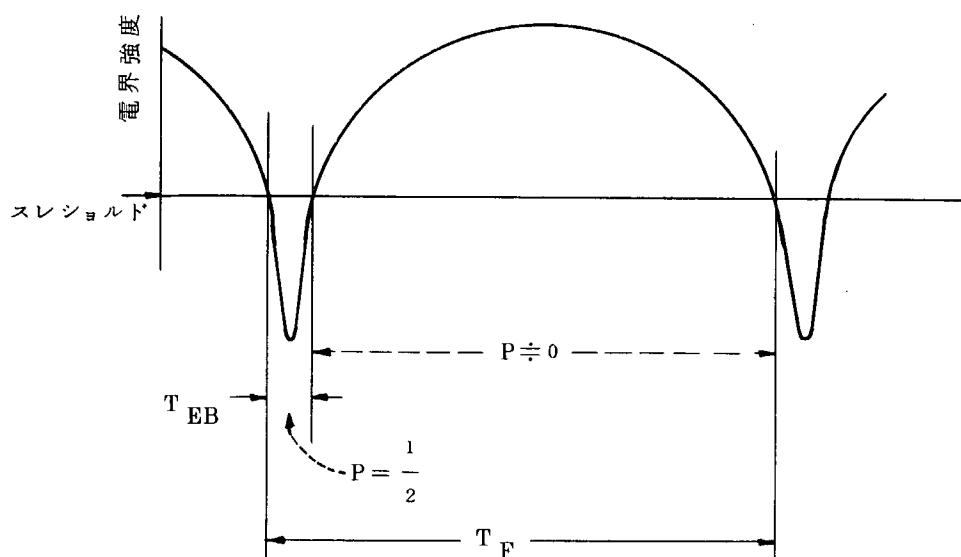


図 2.2.1-3 フエーディングパターンとビット誤り率のパターン

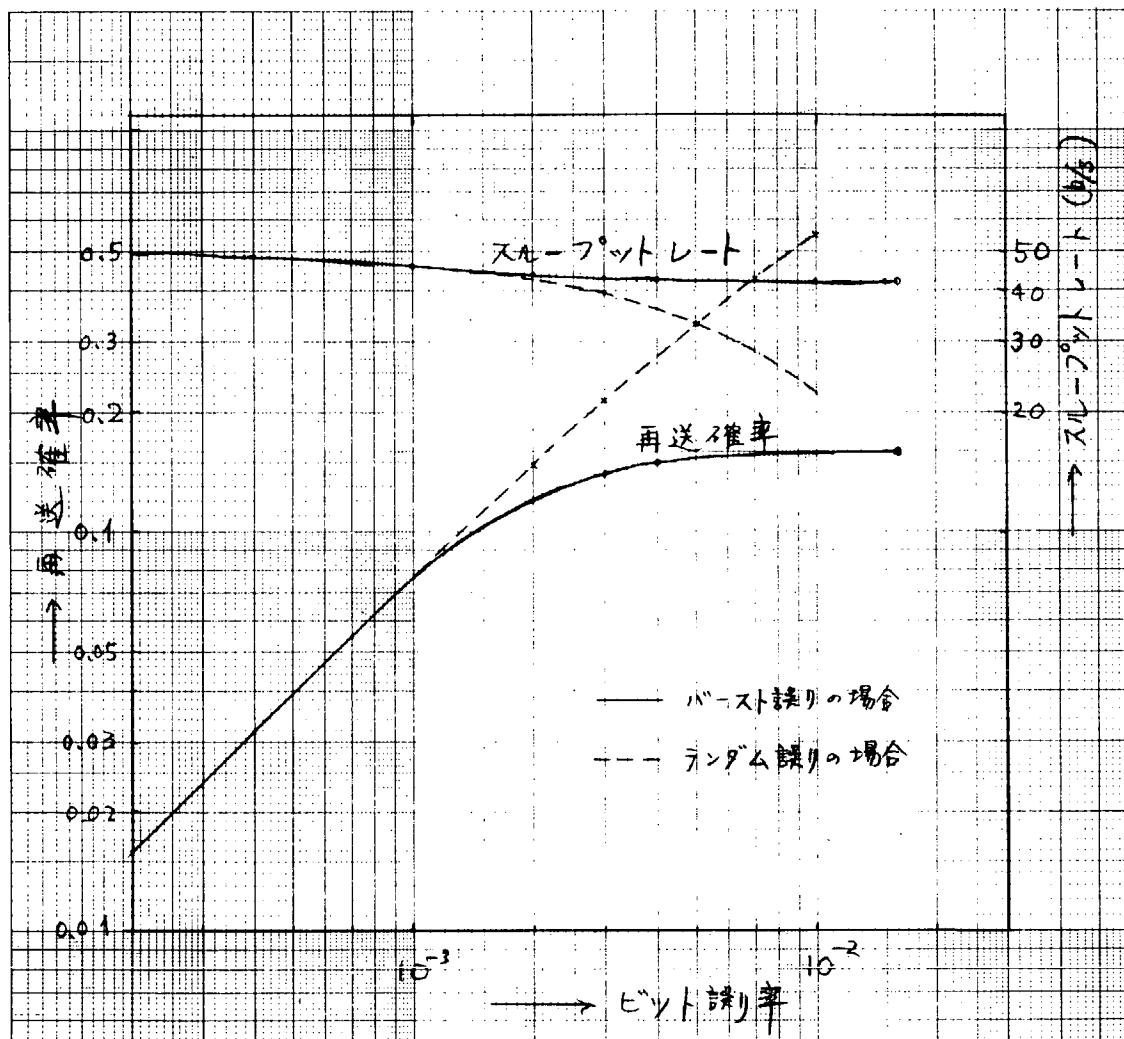


図 2.2.14 平均ビット誤り率対再送確率およびスループットレート

### (3) 電 話

#### (a) 変調方式

公衆通信用としては、通常±10 kHz 偏移程度のFMまたは30 K b/s 程度の△Mを用いて、5.2 dB-Hz 程度のC/N<sub>0</sub>が必要とされているが、小型船舶ではM A R I S A T用(1.2 m φ パラボラ)よりも小型の船上アンテナが使えるよう、もっと低いC/N<sub>0</sub>で通話可能な変調方式が望ましい。航空衛星(A E R O S A T)では、公衆通信よりも、航空管制通信(A T C)や航空会社の運航管理通信(カンパニーオペコン)が主目的とされ、これら業務用通信として明瞭度を重視し4.0~4.3 dB-Hz の低いC/N<sub>0</sub>で所要の明瞭度を得るために変調方式を各種検討している。漁業通信も本質的には通信士の交信する業務用通信であるから、航空衛星と同様な考え方を採用し、4.0~4.3 dB-Hz のC/N<sub>0</sub>で通話可能な変調方式を用いることにより、船上アンテナの開口径をM A R I S A T用の1/10 程度に小型化するのが、小型船舶(漁船)用としては妥当と思われる。

米国およびカナダにおける、A T S - 6衛星を用いた航空衛星の実験では次の3種の変調方式がFMと比較実験されている。

##### (i) パルス幅変調(P D M)

これはM a g n a V o x社が担当しており、同社の開発した抑圧クロック形の方式(SC P D M)  
と推定される。  
※※

##### (ii) 低ビットレイトのデルタ変調(△M)

##### (iii) ゼロ交差変調

音声を完全にクリップして「1」または「0」の2値信号に変形し、P S K変調により伝送する方式である。

カナダにおける航空衛星実験の結果は図2.2.15のとおりであり、ゼロ交差および△Mは4.0 dB-Hz のC/N<sub>0</sub>においてM R T(M o d i f i e d R y m e T e s t)了解度80%以上が得られている。S C P D Mは4.3 dB-Hz 以上では△Mよりも高く、ゼロ交差に近い了解度が得られるが、4.3 dB-Hz 以下では同期外れが生ずるようになり急激に劣化している。

3方式の中では、ゼロ交差方式が明瞭度の点で最もすぐれている。ただしゼロ交差方式は自然性の点では最も劣る。S C P D Mは自然性は最も良いので、同期特性が改善されるならば最も有望である。△Mも、ビットレイトを1.0~1.2 K b/sまでさらに落せば、低いC/N<sub>0</sub>での明瞭度はさらに改善されると考えられ、これら3方式は今後さらに比較検討の要がある。

これら以外の方式としては線形予測符号化方式(L P C)等のディジタルボーコーダ方式が考えられる。この方式は電電公社のP A R C O Rを始め開発が盛んであるが、現在のところビットレイトは2400 b/sが下限であり、E<sub>6</sub>/N<sub>0</sub>として1.0 dB程度必要なので、C/N<sub>0</sub>としては

$$10 \log 2400 + 10 = 4.4 \text{ dB-Hz}$$

を必要とし、海面反射によるフェージングがあるとさらに高いC/N<sub>0</sub>を必要とする。それ故1.200 b/s以下のフォルマントボーコーダ系統のディジタルボーコーダが実用化されるまでは、前記3方式の方が有利と考えられる。

#### (b) S/N改善方式

雑音の中から音声を抽出しS/Nを改善する方式としてS P A C(S p e e c h P r o c e s s i - n g b y u s e o f A u t o - C o r e l a t i o n)が発表されている。  
\*\*\*

この方式は、音声(母音)の自己相関関数が元の音声と同じスペクトラム成分を持ち、雑音の自己相

\* L. Jacobson他，“Highly Efficient Voice Modulation ~”，IEEE Trams. Vol. COM-21, No.2, Feb. 1973, P. 127-P. 135

関関数は  $\tau \neq 0$  の近辺に集中している性質を利用し、 $\tau \neq 0$  を除いた自己相関函数の周期成分をそのまま時間関数として再生することにより元の音声（母音）を雑音を抑圧して再生する方式である。

S P A CによるS/N改善効果は図2.2.16に示すようにS/N -10 dB以下では10 dB以上あり、C/N<sub>o</sub> 40~43dB-Hzの低品質の音声に適用すると、明瞭度は余り改善されないが雑音が抑圧されて聞き易さがかなり良くなる。

特にゼロ交差変調方式に対しては、自己相関函数の計算が非常に簡単である上、無通話時(Pause)における雑音を大きく抑圧して非常に聞き易くするので、ゼロ交差とS P A Cの組合せは非常に有望な方式と考えられる。

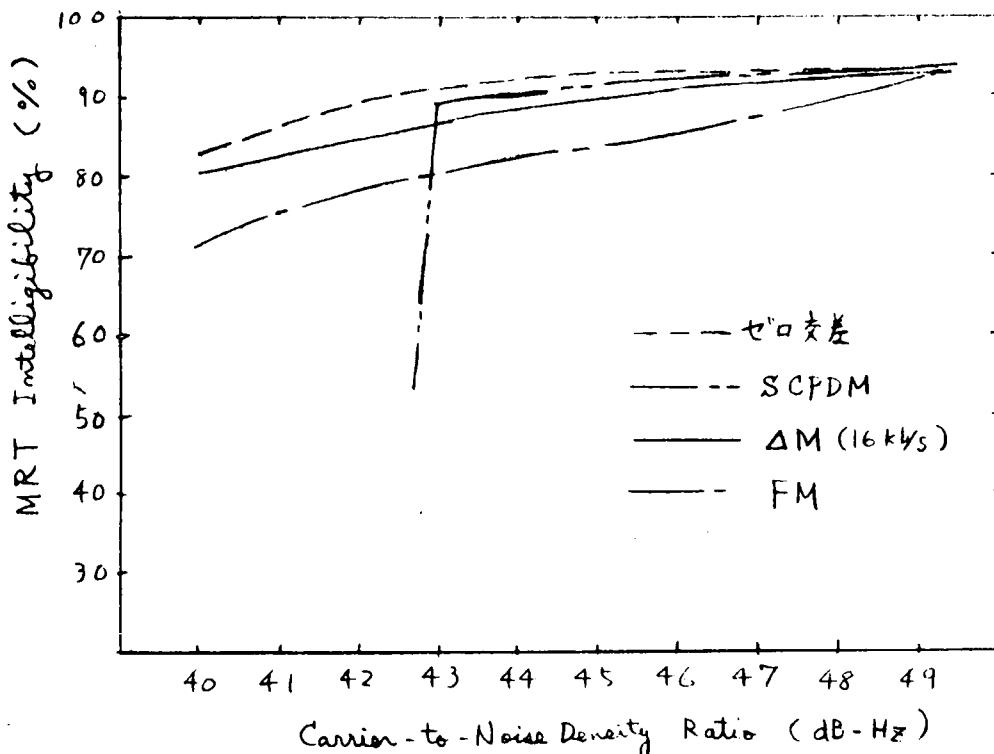


図2.2.15 各種変調方式のC/N<sub>o</sub>対音韻了解度  
(カナダでの航空衛星実験データ)

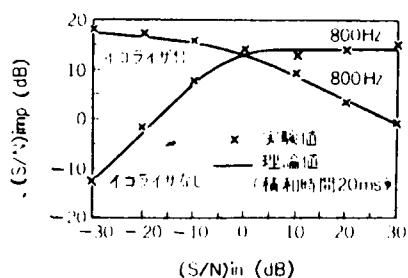


図2.2.16 帯域制限された白色ガウス雑音に対する  
S P A CのS/N比改善特性

\*\* 「A T S - 6 衛星を用いたカナダ航空衛星試験 1974 - 1975 (その1)」航空保安システム技術委員会 衛星利用方式小委員会資料No.2-147。

\*\*\* 吉谷 鈴木“自己相関函数を利用した音声処理方式(S P A C)のS/N比改善特性”、電子通信学会誌 Vol. J 61-A, No. 3, 1978年3月、P. 217-P. 223。

#### (4) ファクシミリ

##### (a) 変調方式

ファクシミリは「白」「黒」の2値信号であり、時間軸も量子化することができるから、本質的にデータやテレックスと同じデジタル伝送である。したがって変調方式としてはデータ伝送と同じく、2相DPSK／同期検波方式が最適である。M A R I S A Tでは、地上の電話回線による伝送と同様音声帯域のサブキャリアをファクシミリ信号で変調し、FM変調の音声回線を通して伝送するという2段変調方式を用いている。このような方式は、ファクシミリ端末機が、船上用も地上用も共通にできるという利点があるが、5.2dB-Hz以上の高いC/N<sub>0</sub>を必要とするので、小型船舶用としては不適当である。

音声伝送と同じく、最低4.0dB-Hz程度のC/N<sub>0</sub>で2相DPSKのファクシミリ信号を伝送する場合、伝送速度としては1200b/s程度が上限である。音声の変調方式としてゼロ交差または△Mを採用すると、無線搬送波に対する変調は、データ、音声、ファクシミリいずれの場合も位相変調(PSK)となり、変復調回路が共通に使える。

##### (b) 帯域圧縮方式

海事衛星システムのように伝送路コストの高い回線では、端末がある程度高くなってしまっても帯域圧縮方式を用いて伝送情報量を減らす方が全体として経済化が図れる。ファクシミリの帯域圧縮方式としては表2.2.1-3に示す各種の方式があり、圧縮率は原稿によって大きく異なるが、1/5～1/40程度の圧縮率が得られる。

現在、1次元方式としてはModified Huffman方式がCCITT勧告に採択され標準化されたが、さらに圧縮率の大きい2次元方式はまだ標準化されておらず、メーカー各社がそれらの方式で競争している。ただしCCITTへは我国の案として電電公社と国際電電が共同でまとめた“READ”方式を提案しており標準化への動きは進行している。

帯域圧縮を用いる場合、誤り制御を行うことが不可欠となる。誤り制御方式としてはデータ伝送の項で述べたHDLCによる誤り検出／再送要求方式を使うことは可能であるが、ビット誤り率P=10<sup>-3</sup>のランダム誤り回線でも使えるようにするために1フレームの長さは200ビット以内程度に抑える必要があり、1200b/sの伝送速度の場合図2.2.1-7に示すように再送要求信号は次のフレームの送信中には届かないもの、制御方式は若干複雑となる。

本方式で、A4版(210mm×300mm)1枚を4本/mmの解像度で送る場合、帯域圧縮率を1/8とすると、伝送時間は

P=0の時 2.19分

P=10<sup>-3</sup>の時 2.74分

となり、ほぼ妥当な値となる。

表 2.2.1.3 ファクシミリの帯域圧縮方式分類

大 分 類		小 分 類	圧縮率
1 次元ランレングス 符号化方式		W y l e M o d i f i e d H u f f m a n 符号	$\frac{1}{1-a}$
2 次元 処理 方式	2 ライン 一括 処理方式	変化点プロックパターン符号化 2 ライン一括モード。 ランレングス符号化	$\frac{1}{1.3a}$
	2 次元 逐次 処理方式	境界差分符号化 ( N T T ) 変化点相対アドレス符号化 ( K D D ) 予測分割符号化 ( 三菱電機 ) R E A D 方式 ( N T T 。 K D D )	$\frac{1}{1.6a}$

\* a = 5 ~ 15

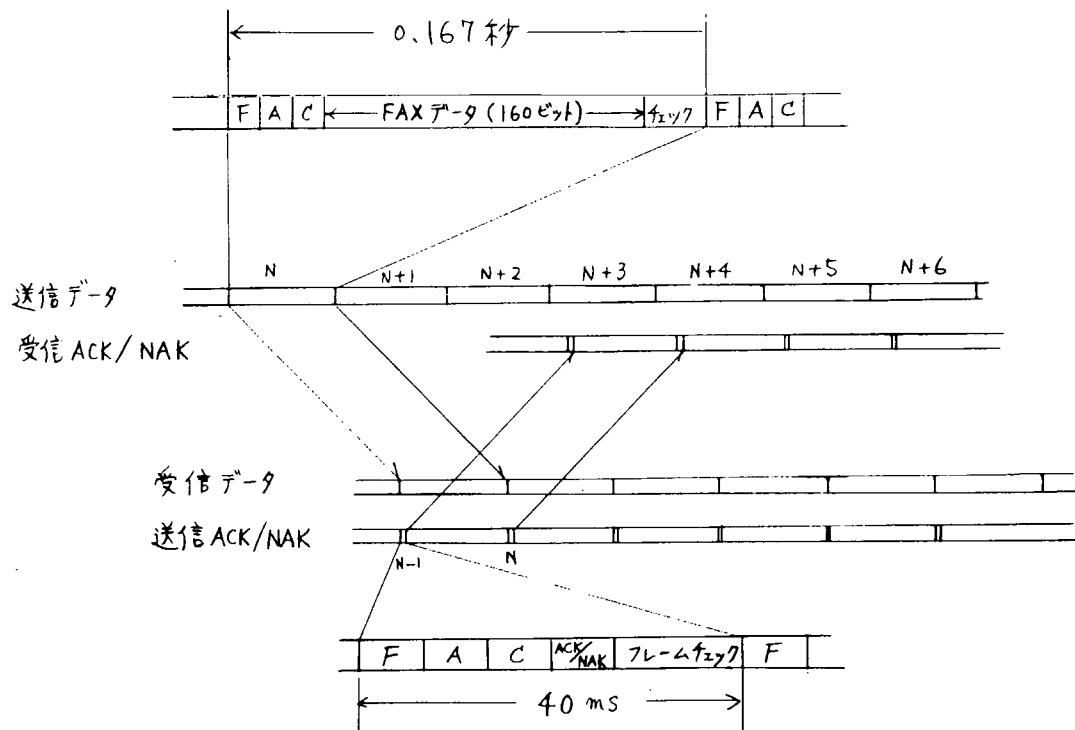


図 2.2.1.7 FAX送受信タイムチャート

## 2.2.5 陸上支援システム

### (1) 概 説

漁船の陸上支援システムの機能は、航行安全や港湾管理のような商船の場合と同様な機能の他、漁獲高拡大と操業効率の向上に寄与することが大きく要求される。

これらの機能を果すため、大手の水産会社はそれぞれ自社で備えている E D P システムを有効に活用して企業別の陸上支援システムを構成すると考えられるが、中小の漁船主は自前のコンピュータを持たないので、何等かの協同システムから陸上支援を受けるようにする必要があると考えられる。

現在の所、小型船舶用としてどのような海事衛星システムが作られるか不明確なこともあります、陸上支援システムの明確なイメージを得るには至っていないが、前項までの調査検討に基き、企業別システムおよび協同システムの概略イメージを描いてみる。

### (2) 企業別システム

#### (a) 主要業務内容

企業別陸上支援システムの主要業務は、漁獲高拡大と操業効率向上のために必要な情報を、出漁中自社船舶に提供することであり、下記のような業務内容から成ると考えられる。

##### (i) 最新データの収集整備

気象庁等公的機関から入手されるデータ、代理店・営業所等陸上営業組織から報告されるデータおよび出漁中の船舶から報告されるデータを収集整備し、中央の計算センターにファイルする。

##### (ii) 船舶からの問合せに対する応答

船舶から、必要情報の問合せを受けた時、ファイルされたデータから相手船舶の必要とするデータのみをピックアップし編集して送り返す。天気図等も相手船舶の位置に応じて限定した区域の図のみを伝送すれば、かなり精密な図が短時間で伝送できると思われる。

##### (iii) 陸上から船群または個別船舶への通報・指令

陸上管理センターで通報が必要と判断した情報や、船舶に対する指令は、陸上からの起呼で伝送する。

##### (iv) 陸上から船舶への問合せ

船舶から日報としてルーチンワークで送られて来る情報以外に、他船からの問合せその他で陸上で必要と判断した時は陸上から船舶へ問合せを行い、必要な情報を収集する。

日報自体も、自動計測できるデータ（船位、気象等）は陸上からのポーリングにより収集することも考えられる。

#### (b) 取扱データ量

現在では、通信割当時間が非常に短いこともあり、平均 1 日 1 隻当たり 1 0 0 字（1 字 = 8 b i t = 1 B y t e ）とすると、1 0 0 B y t e 程度であるが、衛星通信により通信時間の制限がなくなりデータ量が 10 ~ 20 倍程度に増大すると仮定すると 1 ~ 2 k B y t e / 日 / 隻程度と推定される。

I M C O の P O E の予測でも、海事衛星に対するテレックスの需要は 1 日 1 隻当たり 3 ~ 5 分であり

$$3 \text{ 分} : 50 \text{ b/s} \times 60 \text{ sec} \times 3 / 8 \text{ b i t} = 1,125 \text{ B y t e}$$

$$5 \text{ 分} : 50 \text{ b/s} \times 60 \text{ sec} \times 5 / 8 \text{ b i t} = 1,875 \text{ B y t e}$$

となるからこの推定にはほぼ一致する。

一企業の出漁船数を最大 100 とすると、管理センターで全出漁船との間でやり取りするデータは、1 日最大 200 k B y t e 程度となる。この程度のデータ量は、通常の E D P S の中央処理装置では数十秒～数分で処理し得る量であり、コンピュータにかける負担は小さいと考えられるので、どれだけのデータ量が実際にやり取りされるかということはむしろ通信料金によると思われる。

### (c) 通信料金

電話およびファクシミリ(1200 b/s データ)の通信料金をMARI SAT 並に300円/分とすると、テレックス(50 b/s データ)はC/Nが10dB低いので料金も1/10となり、30円/分となると考えられる。1分間に送れるデータは

$$50 \text{ b/s} \times 60 \text{ sec} / 8 \text{ bit} = 375 \text{ Byte}$$

であるから1Byte当たりの通信料金は0.8円となる。したがって、1日1隻当たりのデータ量を1~2 kByteとすると、通信料金は

$$800 \text{ 円} \sim 1600 \text{ 円} / \text{日} / \text{隻} = 24 \text{ 千円} \sim 48 \text{ 千円} / \text{月} / \text{隻}$$

となる。この程度の料金であれば船舶の経費に占める割合は小さいので、料金の面からデータ量が制限されるということはないと考えられる。

### (d) 船間通信

現在は陸船間通信よりも船間通信または他船の通信の傍受の方が時間的に大きな比重を占めているが、これは不足の情報を何とか集めようとする努力の現れであり、陸からの情報量が多くなれば船間通信の比重は大きく減ると予想される。ただし短波の装備は将来もゼロとはならないと思われ、海事衛星による船間通信は陸船間通信の2倍のコストがかかるのに対し、短波による船間通信は無料と見えるから、船間通信は短波、陸船間通信は衛星という役割分担ができ上ると考えられる。

### (e) システム概念図

海事衛星を利用する、漁業会社の陸上支援システムの概念図を図2.2.1-8に示す。本図を、短波回線を用いる従来のシステムと比較すると、下記に示すように大幅に自動化が達成され、省力化、高速化が実現されることがわかる。

#### (i) 短波電信回線を用いるシステムとの比較

短波電信回線を用いるシステムの中で、最も進んだシステムの例を図2.2.1-9に示す。このシステムの例を図2.2.1-9に示す。このシステムは漁業会社の本社に蓄積交換機(発信されたメッセージを一旦交換機がメモリした後、宛先に転送する方式のテレックス/データ交換機)を置くことにより、本社・営業所・代理店等陸上の端末相互間のデータ交換を自動化するもので、蓄積交換機と本社の中央処理装置との間を接続すれば、陸上の端末はすべて本社計算センターの端末同様、リアルタイムで計算センターの中央処理装置を直接利用できる。

しかし船舶との間は、海岸局で入手を介してテレックスと電信との相互変換操作を必要とし、船舶と海岸局間の電信はすぐにつながるとは限らないので最大のネックとなっている。

海事衛星を利用するシステムではこのネックが解消され、船舶端末との運用上の差異はほとんどなくなる。

#### (ii) 短波テレタイプを用いるシステムとの比較

中央漁業無線局で取扱っている短波テレタイプ(狭帯域直接印刷電信)を用いているシステムの例を図2.2.2-0に示す。このシステムは手送りの電信に比べて海岸局の省力化効果は大きいが、短波回線特有の障害はやはり存在し、また紙テープベースでのコード変換(短波テレタイプと計算機は7単位コードで、中間のテレックスラインは6単位コード)に若干の入手を使っている。

海事衛星を利用するシステムではこれらの問題はすべて解消され、海岸地球局と漁業会社の間のデータ回線としてDDX網または専用データ回線を用いることによりコード変換も不要となる。

### (3) 協同システム

自前で計算機を持たない中小船主に対しては協同組織(例えば漁業組合または漁業無線局)で計算機を設置すれば、企業別システムとほぼ同じ形態のシステムが構成でき、加入船舶に同様のサービスを提供できると考えられる。

ただし出漁船自体の発見した漁場情報は、他船には知られたくないのと、出漁船から収集されるデータは企業別システムよりは少なくなるのは止むを得ない。

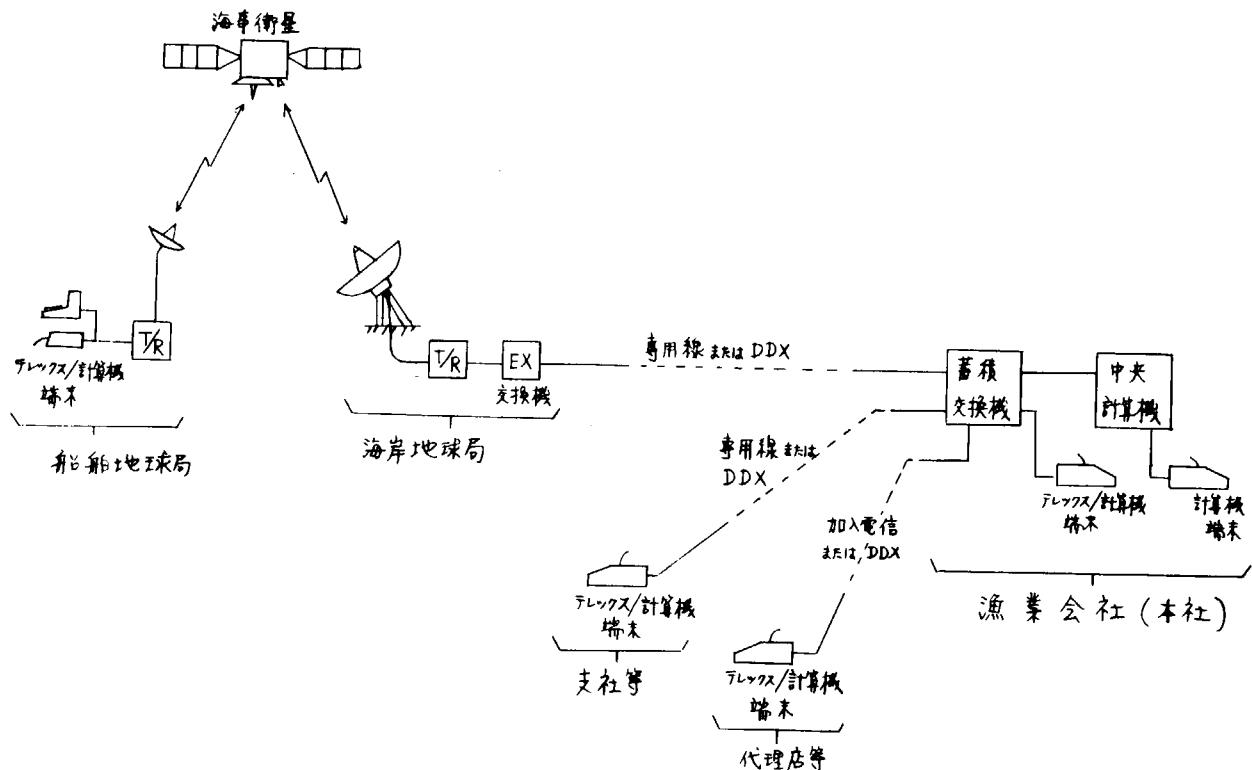


図 2.2.18 海事衛星を利用する企業別システム概念図

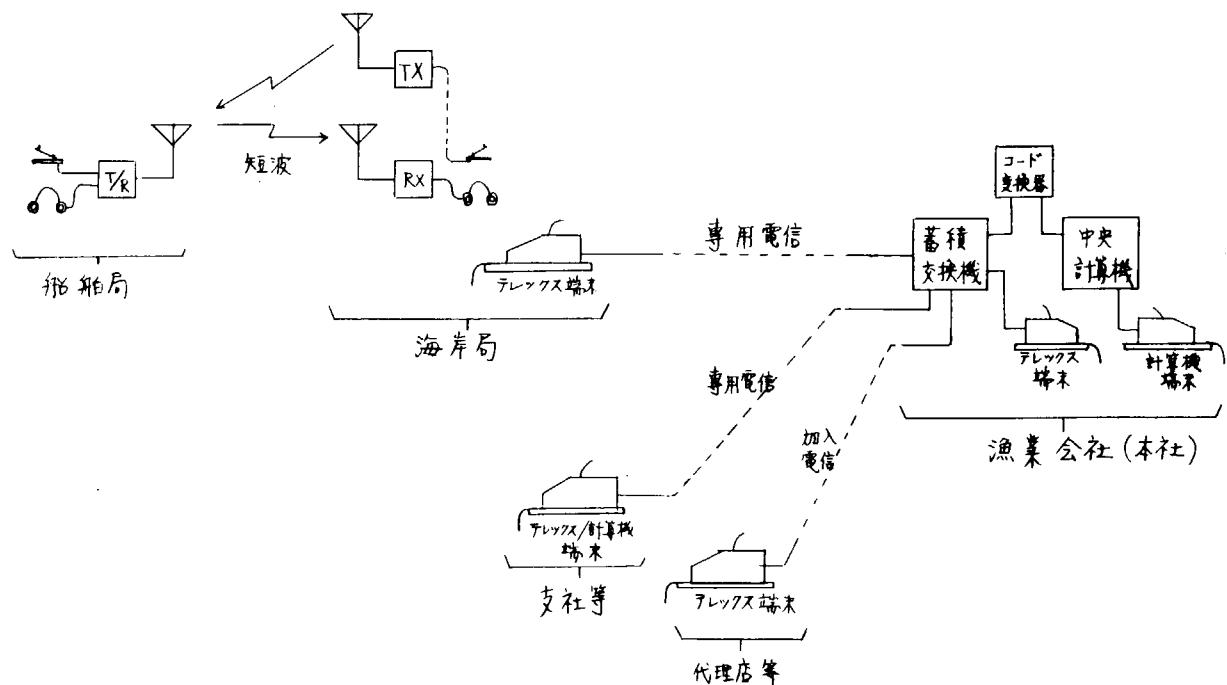


図 2.2.19 短波電信回線を用いるシステム例

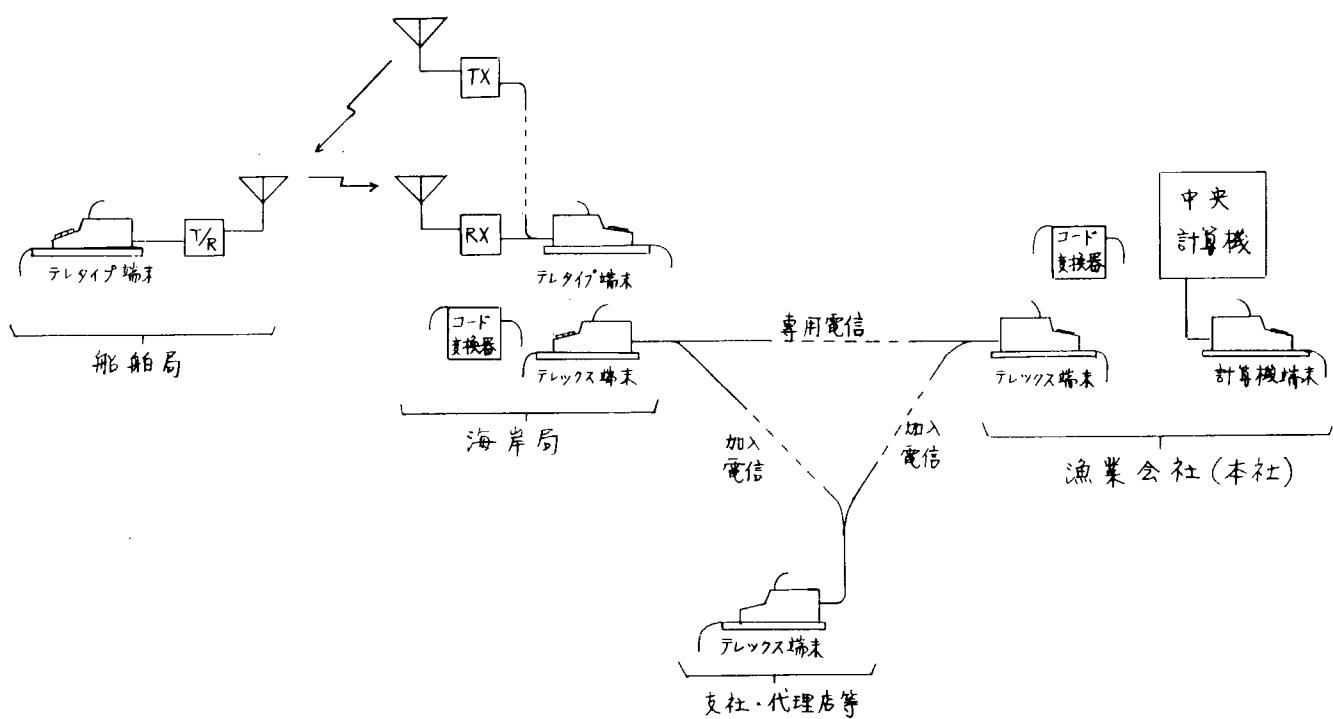


図 2.2.20 短波 テレタイプ回線を用いるシステム例

## 2.2.6 漁業無線局との両立性

### (1) 概 説

これまで述べたような衛星利用による通信手段を漁業に利用した場合、現在の漁業用海岸局の形態はどう変遷していくのか、漁業通信の現状と将来・衛星通信の有用性を検討しながら探ってみる。

### (2) 漁業通信の現状と将来

#### (a) 漁業用無線電信・電話の現況

漁業近代化の一つとして漁業用無線通信が導入されて以来、それは漁船の安全・操業効率の向上・漁獲物の陸揚連絡・操業資材の適切な運用や公衆通信に欠くことの出来ないものになっている。

ここで本研究による衛星通信適用の対象として考えられる中短波短波の電信・電話を通信手段に用いている海岸局と船舶局の現況をみると、海岸局数と所属船舶局数は表 2.2.1 4 の通りで、海岸局は図 2.2.1 のように配置されており、海岸局および船舶局の一般的な設備の概要はそれぞれ図 2.2.2 1 および表 2.2.1 5 の通りである。

表 2.2.1 4 全国中短波短波漁業無線海岸局及所属船舶局数一覧表

地域 局名称	北海道	東北	信越	北陸	関東	東海	近畿	四国	中国	九州	沖縄	中央	全国
海岸局数	17	14	1	2	10	5	4	7	5	13	2	1	81
所属船舶局数	2,202	2,849	1,60	466	963	612	553	603	1,074	1,482	89	845	12,115

表 2.2.1 6 全国中短波短波漁業無線局通信実績(昭和 51 年度)

種類 項目	専用通信	指導通信	安全遭難通信	公衆通信	その他	合計
通信量(件)	3,345,528	1,375,988	6,472	956,951	77,981	5,763,190
比率(%)	58	24	0.1	16.6	1.3	100

(昭和 53 年 3 月全国漁業無線協会発表「漁業用海岸局経営合理化対策調査研究事業に関する報告書」より抜萃)

現在に至る過程は大正10年に漁業に無線通信が導入されて以来、戦後の海岸局整備・昭和34年のSSB無線電話方式への移行決定。漁業の拡大等により無線装置を設置する漁船が急激に増加し昭和45年頃には20総屯の船では90%以上まで普及するに至った。

その後石油危機、200海里時代の到来。不漁等により新造船の停滯・経営合理化のための減船等があり船舶局数は漸減傾向にあったが、ここ1~2年は一部漁種で新造船の兆しがあること、20総屯未満船への中短波短波無線電話の普及率上昇などがあり微増の様相もある。

一方通信量は漁業近代化の推進・200海里時代・無線技術の革新等によりむしろ増える傾向にあり、この傾向は資源管理時代・情報化時代の到来等により更に顕著になると予測される。

(b) 漁業通信の種類と量

通信の種類は船舶局と海岸局経由船主間で事業遂行上行われる「専用通信」、船舶局と海岸局(漁協)間で行なう漁獲情報。操業上の注意事項等の「指導通信」、漁場において漁船間で操業上必要に応じて行われる「船間通信」、漁船および組員の安全に関するものおよび遭難緊急通信等の「安全・遭難通信」に大別することができる。

これらのうち船間通信は漁場に於いて適宜行われるためその通信量は数字として把握できないが全体に占める割合は相当大きなものと思われる。

船間通信以外の海岸局を通じて行われる通信量を上記分類に従って挙げると表2.2.1-6の通りである。これを取扱っている海岸局は表2.2.1-4にあげた81局で通信要員は合計570名(昭和51年)である。

全無協の調査結果によると81局中無休執務は49局で、全般的に局員数が不足しており日中は3~4名執務していても夜間はおおむね1名で運用している局が多い。この通信量と各局毎の運用可能時間。執務体制・漁期による通信量の季節変動等から海岸局の繁忙の度合は相当なものと容易に推察できる。

一方船舶局側は割当時間帯だけでの陸一船間通信。遠距離通信品質。通信割当波の不足等で任意に充分な通信が行ない難いという問題を抱えている。

(c) 現状における問題点

これまで述べた漁業用無線電信。電話の現況とその通信内容・量および海岸局の設備内容から問題点と考えられる事項を列記すると次のようになる。

- (i) 設備の老朽化・人件費の上昇と一部漁種の減船による所属船数の減少。
- (ii) 通信時間帯の不足および割当周波数不足による混信。

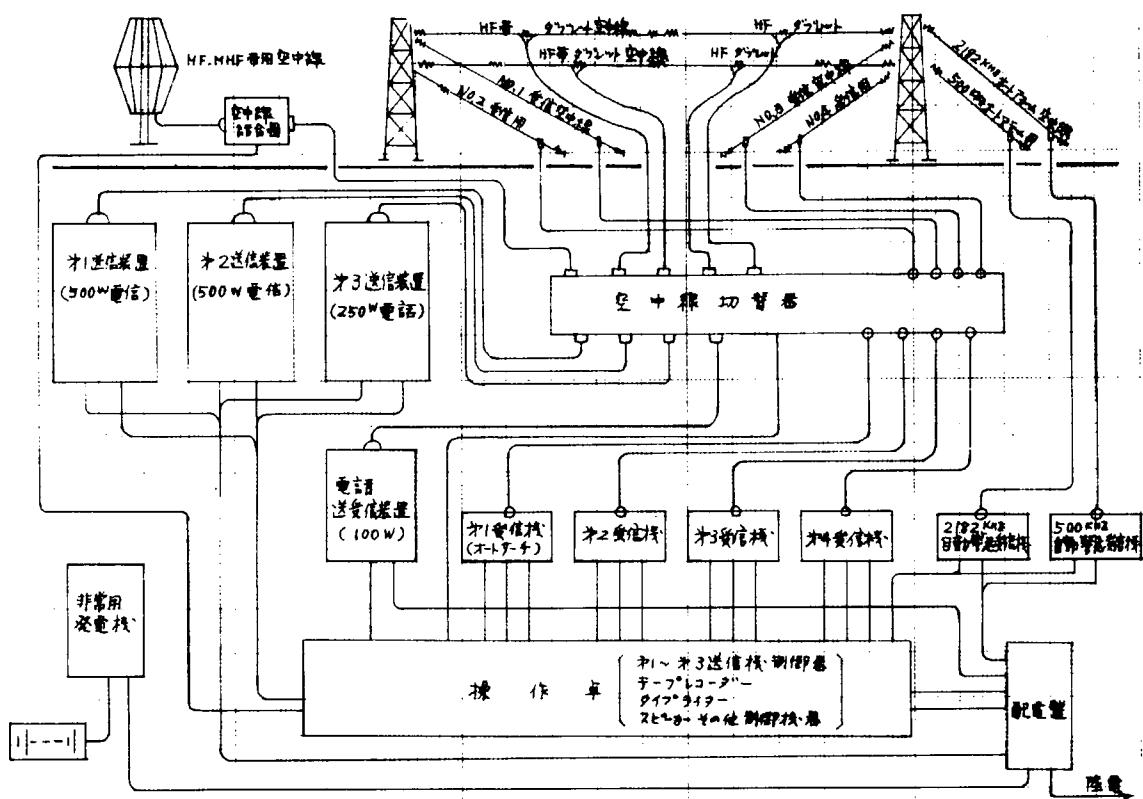


図 2.2.21 中短波・短波漁業用海岸局装備例相互連絡図

表 2.2.1.5 総屯数 500 トン未満漁船の無線設備

漁種 設備		遠洋 かつお まぐろ	近海 かつお まぐろ	遠洋 底引	沖合 底引	以西 底引	いか	母船式 鮪鱈	中型 鮪鱈
(A) M 電 信 機	500 (w)								
	250	○		○					
	150		○		○	○			
	125	○		○		○		○	
	75							○	
(B) M 单 信 式 電 話									
	150								
	100		○				○	○	
	75								
(C) H 複 信 式 電 話	10								
	400								
	250	○							
付加装置			○						
(D) その 他 電 話	27MHz 25W	○	○	○	○	○	○	○	○
	27MHz DSB 1W				○	○	○	○	
	150MHz DSB 1W				○	○	○	○	
	150MHz FM10W	○		○					
SOSブイ		○	○	○	○	○	○	○	○

註 1 ) この一覧表は一般的な装備内容を示すものである。

2 ) ○印は装備していることを示す。

3 ) その他電話は主として船間通信に利用される装置である。

4 ) 複信式電話は公衆電話 ( J B O ) 加入用である。

5 ) 受信機が各漁種共その装備内容に応じ 1 ~ 2 台装備されるが表から省略した。

自動警急受信も省略した。

- (iii) 海岸局の配置と周辺雑音。
- (iv) 海岸局の執務体制から来る通信の空白化。
- (v) 無線電信から無線電話への移行傾向。
- (vi) 200海里時代・漁業近代化(情報化)時代等による通信量増加傾向への対応。
- (vii) 新漁場開拓等による通信圏拡大傾向への対応。
- (viii) 公衆通信の増加傾向への対応。
- (ix) 使用電波・通信方式に起因する通信品質の問題
- (x) 通信の機密保持。

これら問題点の改善は官民協力し努力されつつあるが通信様式に係りのある通信品質。通信の機密保持の問題と自動化の推進には自ら限度があるので、将来の課題として衛星通信の利用も含めて全般的に抜本的な改善策を立てる必要があると考えられる。

#### (3) 通信衛星の有用性

それでは本研究開発による衛星通信方式を漁業に適用した場合どのような利点があり、また現状。将来における問題点は解決できるのか検討してみる。

##### (a) 衛星通信の利点

本研究開発によるものの利点を列挙すると次のようになる。

- (i) 使用電波・通信経路・通信方式から通信品質が従来の漁業用無線に比べ格段に向上する。
- (ii) 大巾な自動化を計ることができ、通信内容により要所への回線連絡が可能である。
- (iii) 通信圏の拡大を計り、多数の船舶を対象とできる。
- (iv) 通信速度の飛躍的な向上が計れる。
- (v) 小型の装置で多くの機能を持たせることが出来る。
- (vi) 無休聴取の完璧化が期待できる。

尚欠点として現状では通信コストが割高であることがあげられるが、将来通信量の増加と充分な加入者があれば割高で無くなる可能性がある。

#### (4) 現存漁業用無線局と衛星通信の両立性

漁業通信の現状と問題点・衛星通信の利点等について述べたが、衛星通信を漁業に適用した場合現状の海岸局。船舶局の設備・運用はどうなるのか、製造者・利用者の立場から技術的な面に主眼を置いて現存無線局と衛星通信の両立性について考察してみる。

衛星通信は先に述べたように通信品質・速度・自動化・通信圏などの点で飛躍的な利点を有しているが、漁業活動で重要な船間通信および遭難通信への連繋的な対応・保守面を含むシステム全体の信頼性など漁業通信全体のニーズを充分満し得ない面も持っている。しかし衛星通信の利用はシステム設計如何により現状の問題点の多くを抜本的に改善できる可能性を持っている。この問題は実用段階に入る前に更に装置・運用両面からの充分な検討が必要である。

また衛星通信の経済性については対象船数・通信量の予測。利用価値および衛星打上費・設備費との保守運用費等充分な試算を行ない、利用者が納得のゆくような形で実用化へ踏出すことが肝要である。尚船上端末装置は同類の他の通信衛星に兼用できるものが望ましい。

以上のような衛星通信の利点および不確定要素と漁業通信の特殊性・沿岸漁船の通信網確保等の観点から、当初は現存海岸局の設備運用はもとより船舶局側も全面的に両立させる形で進め、問題点の解消・無線従事者操作範囲令などの法制面の改正・衛星利用の比重増加を待って更にトータルでの合理化を進めるような段階的な進め方が賢明と考えられる。

このような考え方を基に衛星利用時代初期の海岸局システム構成のイメージ作りを次のような条件で行なうと一例として図2.2.2-2のようなものを挙げることができる。

- (a) 一般漁業者が陸上に於いて専用端末機をそれぞれ個別に所有することは経済的に難しい。
- (b) 電話通信は一般公衆電話並に使用できる。
- (c) 衛星通信用船上端末機の故障対策機または衛星通信非加入者が存続し得る。
- (d) 遭難通信を衛星に全面的に依存することは難しい。

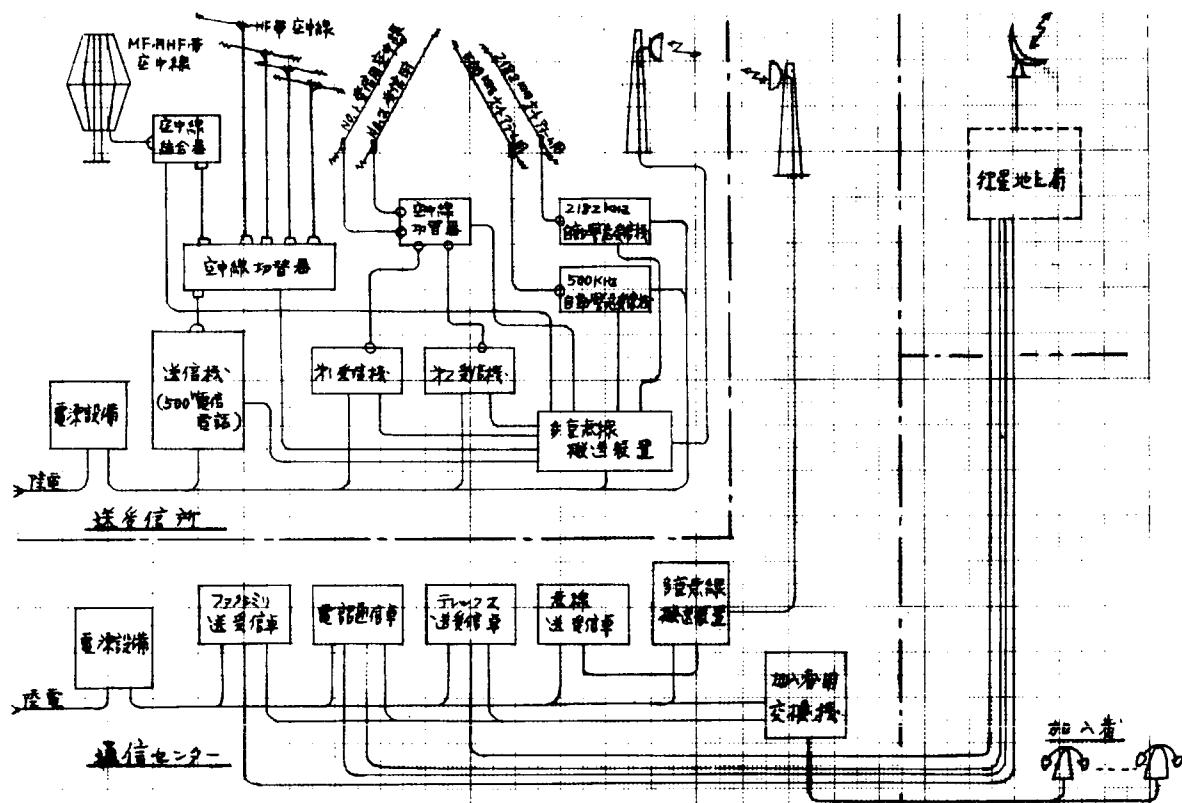


図 2.2.22 衛星利用時代の漁業用海岸局システム構成例

## 2.2.7 むすび

海事衛星を利用する、小型船舶（漁船）の陸上集中管理・陸上支援システムの研究を行った。まず漁船に必要な伝送情報の種類・内容・情報量の調査を行った結果、情報の種類としては漁種、魚種、海域ごとに組合せが異なり多彩な内容であるが、情報量としては現状では割当通信時間の制限もあって余り多くなく、1隻当たり船発信が1日100字以内程度、陸発信が3日で100字以内程度であることが判明した。海事衛星を利用する場合はこれよりはかなり増加すると思われるが、料金との兼合いもあり、1000字～2000字／日／隻程度と予想される。

次に小型船舶に装備するのに適した入出力機器についての研究を行い、256字程度のRAMを持つキーボードディスプレイと、FAX受画器兼用のサーマルプリンタの組合せが適当と考えられるという結論を得た。

データ伝送における誤り制御方式としては、標準的なHDLC手順による誤り検出再送方式で、フレーム長を0.8秒程度（100 b/sにて情報40ビット、制御符号等40ビット）に短くすれば、海面反射によるマルチバスの影響を受けた、平均ビット誤り率 $10^{-3}$ 程度の回線でも十分満足に動作する見通しを得た。

音声伝送方式についても検討を行い、業務通信用として40～43dB-Hz程度のC/N<sub>0</sub>で最低限の明瞭度の得られる方式を数種比較し、ゼロ交差/PSK変調とSPACの組合せが有力であるという見通しを得た。

FAXについても若干検討し、帯域圧縮方式を採用し1200 b/sで伝送する方式が実用的であるという見通しを得た。

これらの入出力機器および伝送方式を用いてアクセスする陸上管理・支援センターの主要業務は、若干の日常管理業務等を除けば、船舶からの各種問合せに対しては自動的に応答するデータバンク的業務となると考えられ、短波では期待できない迅速なサービスが可能となる。

中小船主に対しては漁業無線局がこのサービスを行うようにするのが、衛星通信時代における漁業無線局の役割の一つと考えられるが、海事衛星システムと漁業無線局との両立性に関しては、今後関係諸官庁の指導のもとに慎重に検討する必要があると思われる。

本研究は非常に概略的なものであるが、将来の漁業用通信システムの発展のために、いさかでも役に立つことができれば幸いである。

### 3. 宇宙通信の特質とその対策の調査研究

海事衛星を利用して船舶の運行の安全性を向上し、その効率化をはかる場合、船舶設備に極めて大きな影響を及ぼすのは、衛星からの電波が海面や船上構造物に反射し、それによって生ずるフェージングに起因する通信の質の劣化である。

昨年度、本部会において解析を行った海上伝搬路でのフェージング実験の結果は、日本政府提案の寄与文書としてCCIRの、第8研究委員会（移動業務）において採択されていたが、昭和53年6月京都において開催されたCCIR第14回総会で採択された。

フィールド実験においては種々の制約が存在し、ばらつきの少ない試験の反復実施が困難であるばかりでなく、各種要因を分離した形で実験を行うことが不可能に近いのでフェージングシミュレータを作り、フィールド実験との対比を行った。

また、海面反射と共に通信の質を劣化させる可能性のある船上構造物の影響についてモデルを作り、その影響を調査し、装備に際して参考となるデータが得られた。

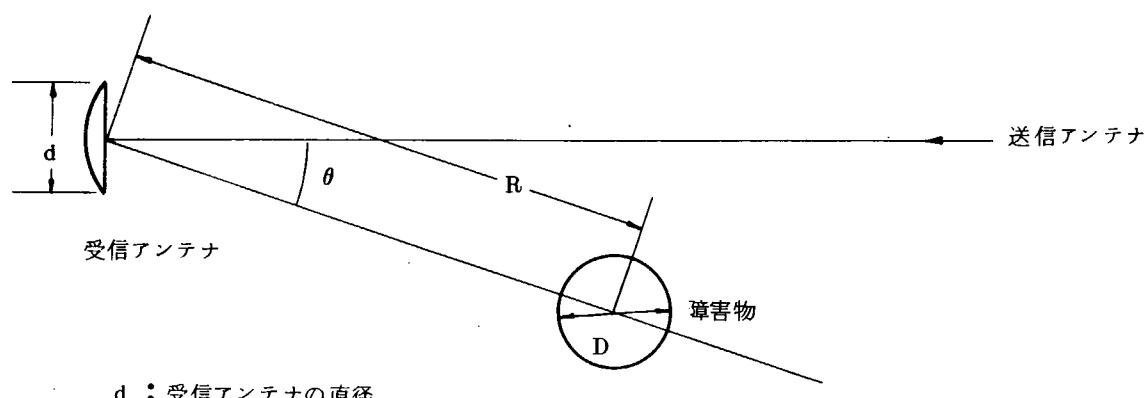
#### 3.1 海面反射フェージングの研究

##### 3.1.1 まえがき

昨年までは主として海面反射のマルチパスによるフェージングについて検討してきた。一方船上構造物による遮蔽もフェージングの大きな要因の一つであるので本年度はこの問題について実験を行った。

##### 3.1.2 ブロッキング実験の方法

船上構造物には様々な形のものがあり、それらすべてについて適応できるデータを取ることは不可能に近い。そこでここではマストに似せた円柱状の障害物（直径0.1m～2.0mのもの6本）について測定した。円柱の高さは図3.1.2-6に示すように20m離れたフレネルゾーンの巾から4mとした。



d : 受信アンテナの直径  
D : 障害物の直径  
R : 受信アンテナ・障害物間の距離  
 $\theta$  : 障害物の偏位角

図 3.1.1 実験概念図

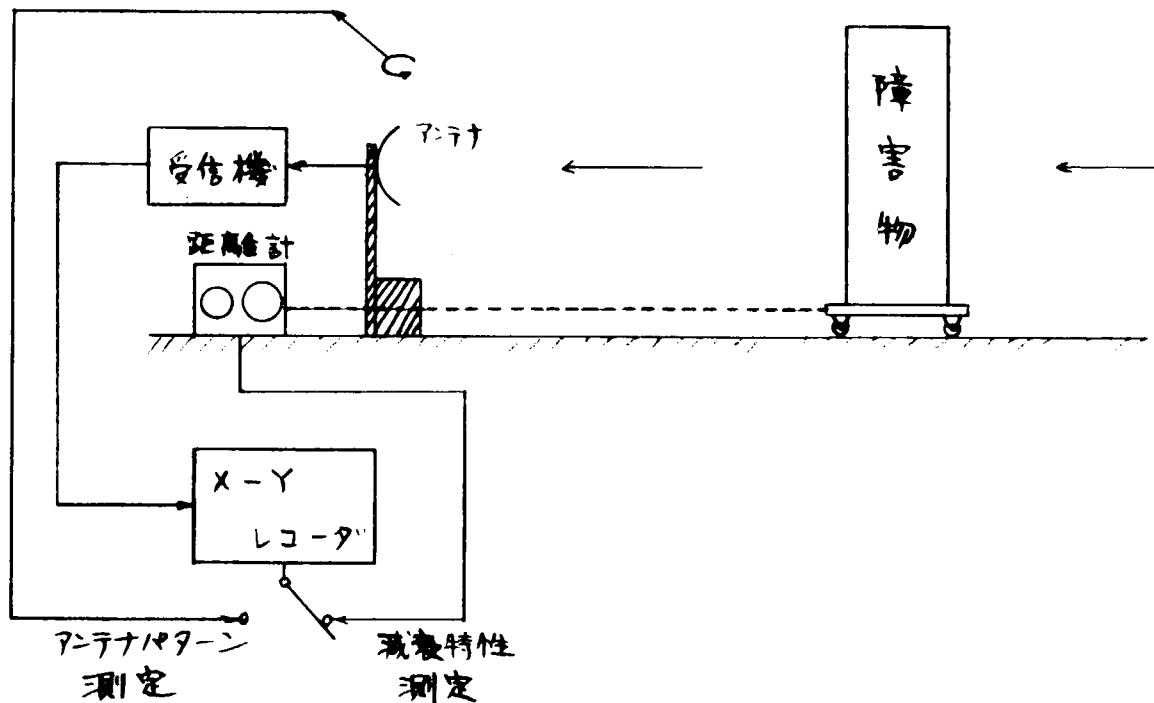


図 3.1.2 受信系ブロックダイアグラム

送受信アンテナが互いに向い合っている場合、障害物によるレベル低下は図 3.1.1 に示す  $D.R.\theta.d$  の関数となる。 $D.R.\theta.d$  を連続的に変化させると、実際には波長によって波うつはずである。このうち  $R$  が比較的簡単に連続可変できるので距離計と X-Y レコーダーを用いて測定した。受信系のブロックダイアグラムは図 3.1.2 に示す通りである。

測定したデータは図 3.1.3 における点線を読んだ。

また遮蔽によってアンテナパターンがどのように変化するかについても測定した。表 3.1.1 に実験項目のリストを示してある。

図 3.1.4～図 3.1.8 に実験風景の写真を示す。

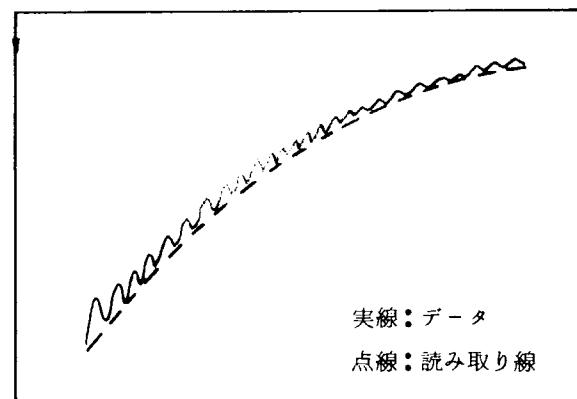


図 3.1.3 データの読み方

表 3.1.1. ブロッキング実験測定項目

アンテナ	障害物	$\theta$	パターン	アンテナ	障害物	$\theta$	パターン
1.2 m $\phi$ パラボラ	0.1 m $\phi$	0 °	R=3m, 8m, 16m	0.6 m $\phi$ パラボラ	0.1 m $\phi$	0 °	R=3m, 8m, 16m
		5 °			0.2 m $\phi$	0 °	"
		10 °			0.4 m $\phi$	0 °	"
		15 °			0.8 m $\phi$	0 °	"
		20 °			1.2 m $\phi$	0 °	"
	0.2 m $\phi$	0 °	R=3m, 8m, 16m		2.0 m $\phi$	0 °	"
		5 °					
		10 °					
		15 °					
		20 °					
0.4 m $\phi$	0.4 m $\phi$	0 °	R=3m, 8m, 16m	0.4 m $\phi$ S B F	0.1 m $\phi$	0 °	R=3m, 8m, 16m
		5 °			0.2 m $\phi$	0 °	"
		10 °			0.4 m $\phi$	0 °	"
		15 °			0.8 m $\phi$	0 °	"
		20 °			1.2 m $\phi$	0 °	"
	1.2 m $\phi$	0 °	R=3m, 8m, 16m		2.0 m $\phi$	0 °	"
		5 °					
		10 °					
		15 °					
		20 °					
2.0 m $\phi$	2.0 m $\phi$	0 °	R=3m, 8m, 16m				
		5 °	R=3m, 8m, 16m				
		10 °	R=3m				
		15 °	R=3m				
		20 °	R=3m, 8m, 16m				

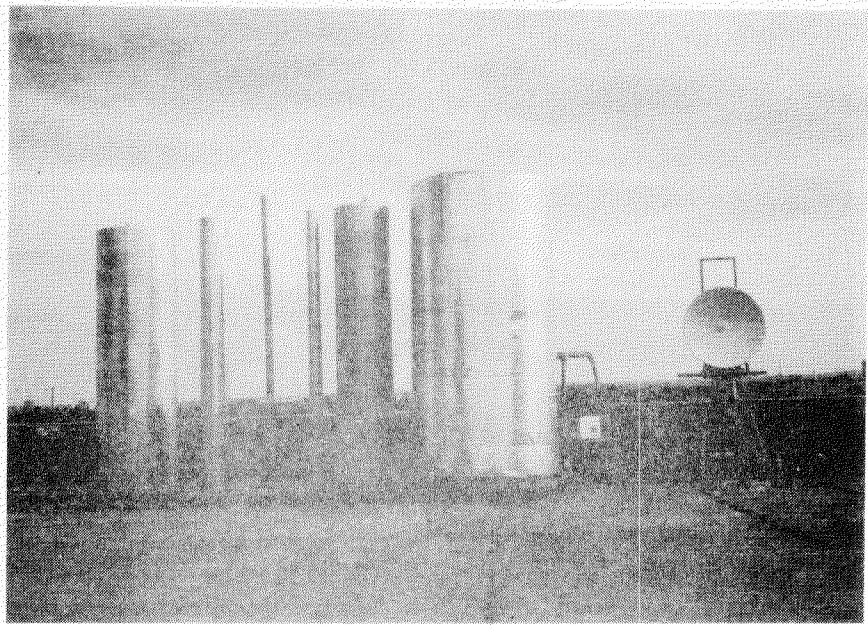


図 3.1.4 実験に使った障害物及びアンテナの写真

左から  $1.2\text{m}\phi$ ,  $0.4\text{m}\phi$ ,  $0.1\text{m}\phi$ ,  $0.2\text{m}\phi$ ,  $0.8\text{m}\phi$ ,  $2.0\text{m}\phi$  の障害物  
右端は  $1.2\text{m}\phi$  のパラボラを取付けた受信回転台

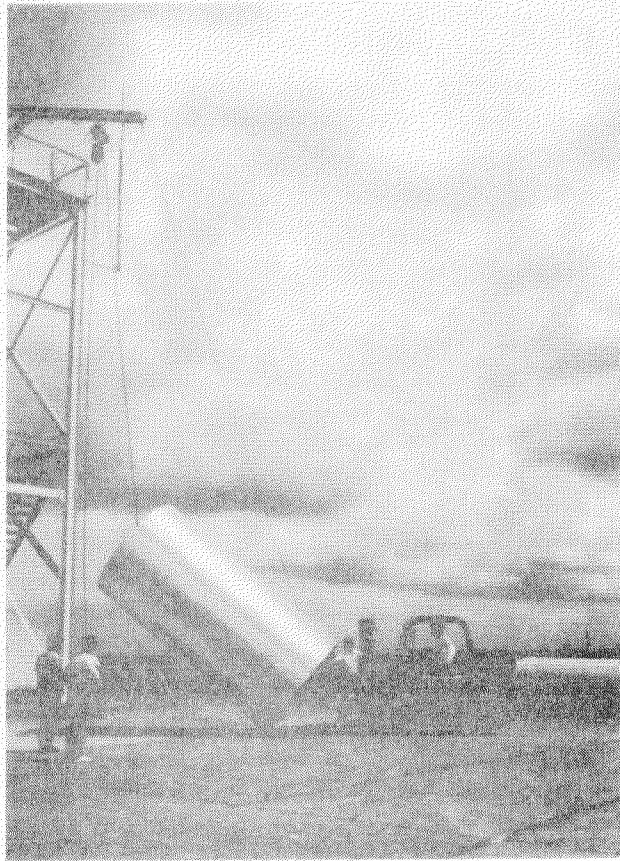


図 3.1.5 実験風景の写真

フォークリフトを用いて  $2\text{m}\phi$  の障害物(約400kg)の移動

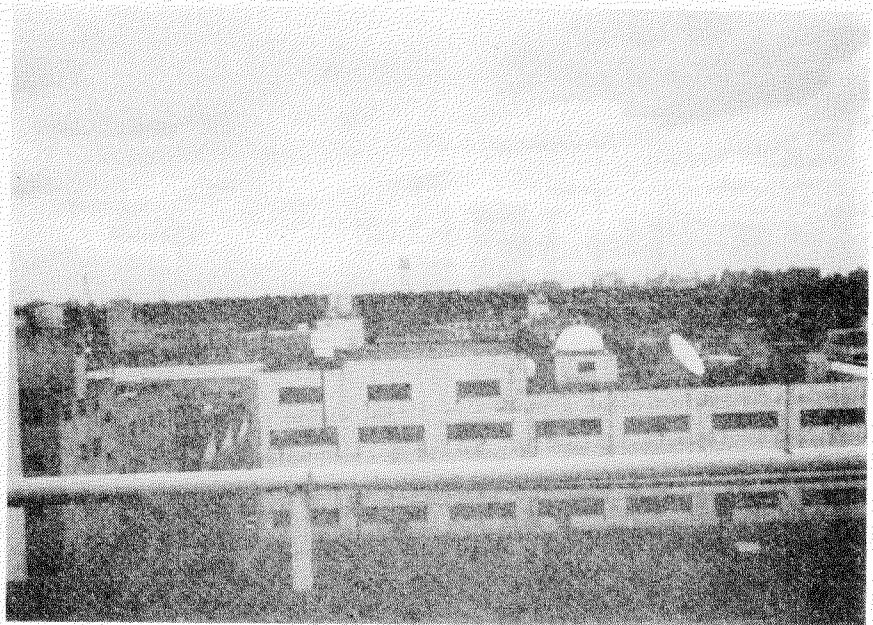


図 3.1.6 受信側のビル屋上から送信アンテナの付いたタワーを望む写真

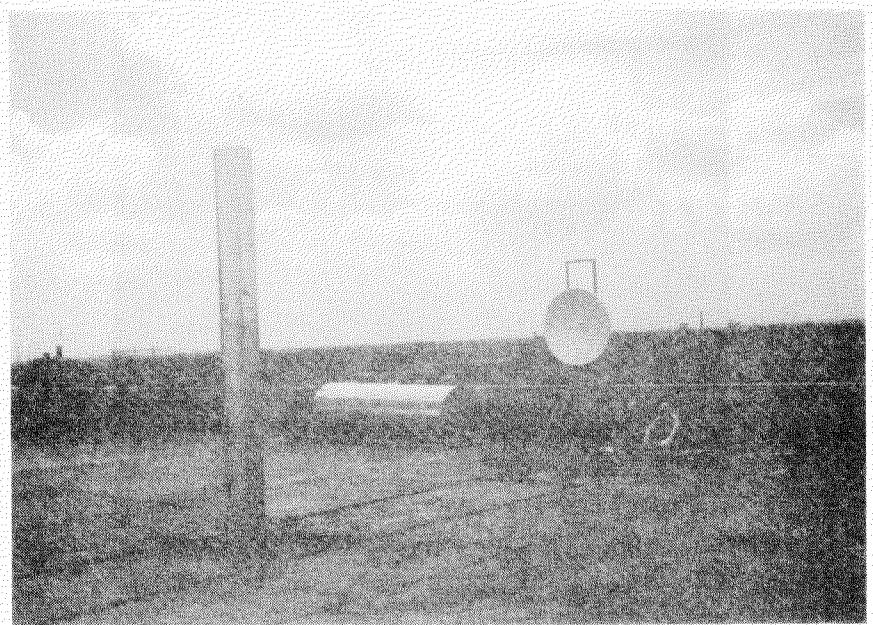


図 3.1.7 実験風景の写真

Rの連続可変を容易にするためにレールを敷設

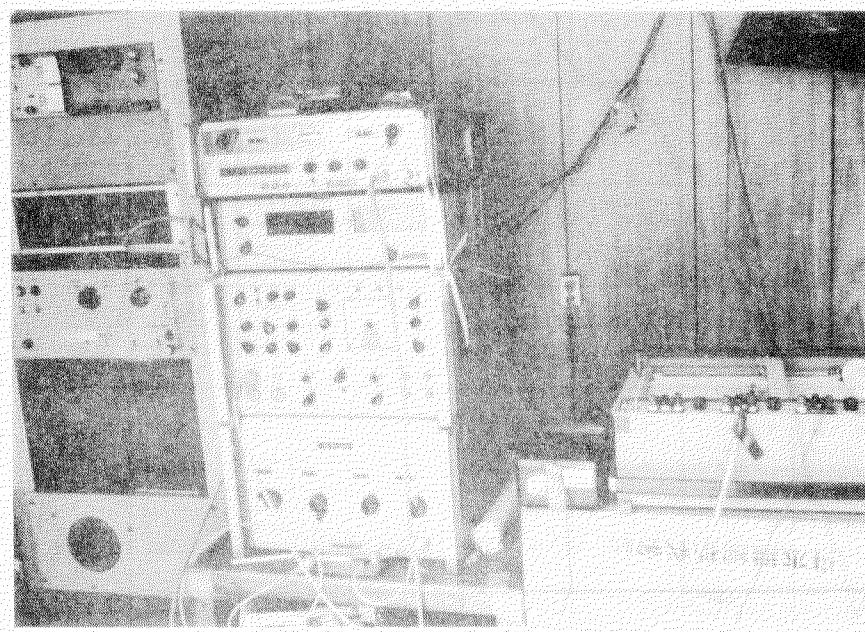


図 3.1.8 受信系の写真

### 実験諸元

- (a) 周波数 1.63 MHz - R H C P ( G C I R の定義による右旋円偏波 )
- (b) 使用障害物 長さ 4 m の 6 種類の円筒  
直径 [ m ] 0.1, 0.2, 0.4, 0.8, 1.2, 2.0
- (c) 使用アンテナ

略称	アンテナ	利得	半値幅
1.2mφ	1.2mφパラボラ	23.7dB	±5.8°
0.6mφ	0.6mφパラボラ	17.6dB	±9.1°
SBF	0.4mφショートバックファイア	14.0dB	±14.4°

- (d) 実験場所 日本無線三鷹製作所  
プロファイルは図 3.1.9 に示す通りである。
- (e) 実験日 昭和 53 年 7 月 12 日～ 14 日
- (f) 受信アンテナと障害物との距離 (R) 3 m ~ 1.6 m
- (g) 送受信アンテナの距離 400 m

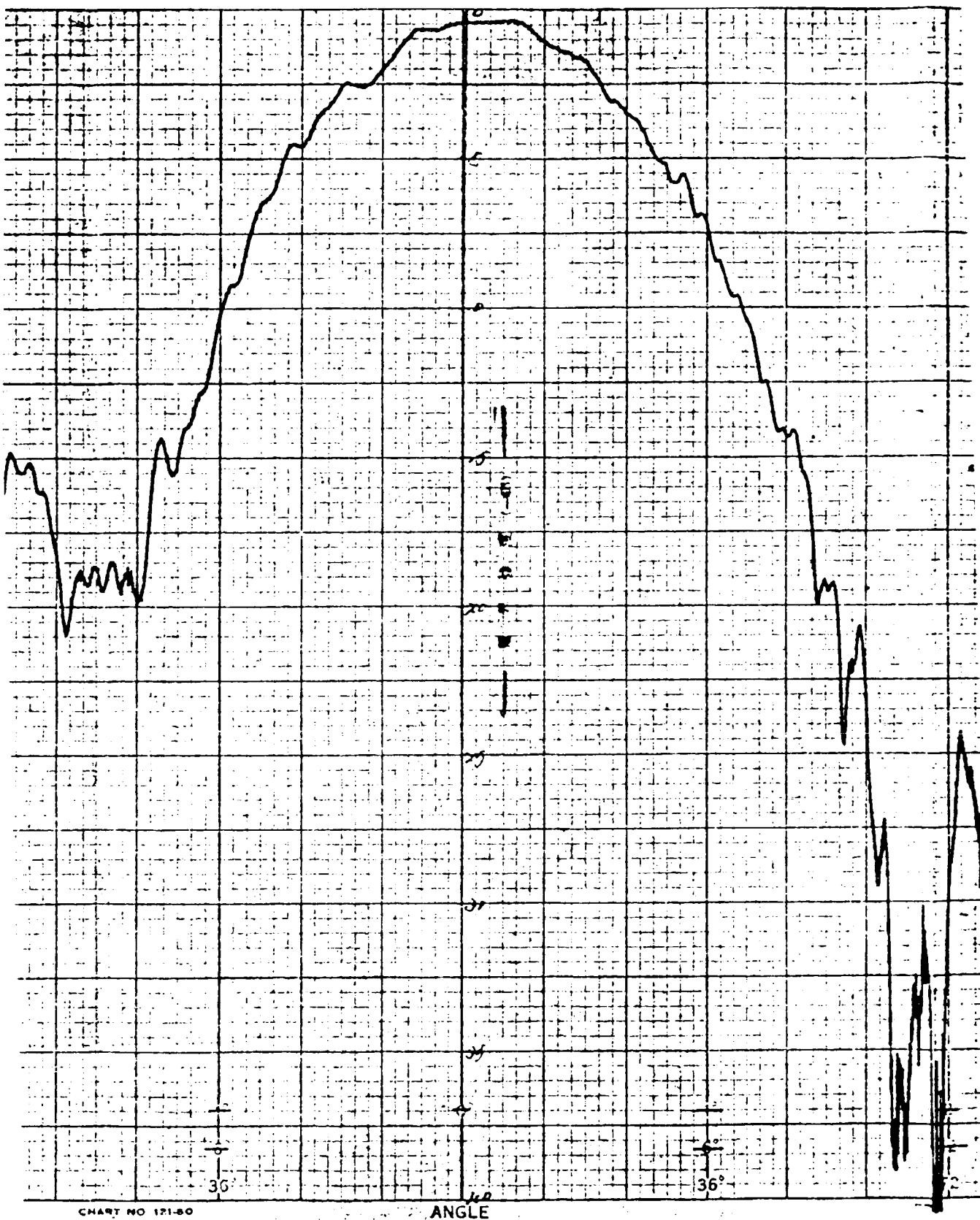


图 3.1.9

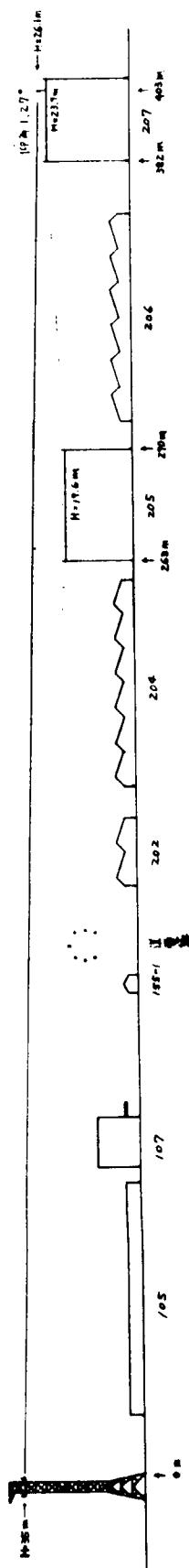


図 3.1.9 プロッキング実験伝ばん路プロファイル

### 3.1.3 実験結果

図3.1.10～図3.1.18に実際に取った生データの例を示す。

図3.1.10に $1.2\text{ m}\phi$ アンテナ、 $D = 2\text{ m}\phi$ 、 $\theta = 0^\circ$ の減衰特性を、図3.1.11～図3.1.18に $1.2\text{ m}\phi$ アンテナ、 $D = 2\text{ m}\phi$ で $\theta$ 、Rを変化させた場合のアンテナパターンを示した。

図3.1.19～図3.1.21に減衰特性を示す。

図3.1.22に障害物直径Dを横軸とした減衰特性を $1.2\text{ m}\phi$ のパラボラを例にして示す。障害物の直径には比例してLossが増加している。

図3.1.23に $\theta$ を横軸とした減衰特性を示す。 $20^\circ$ 離れると影響がなくなる。

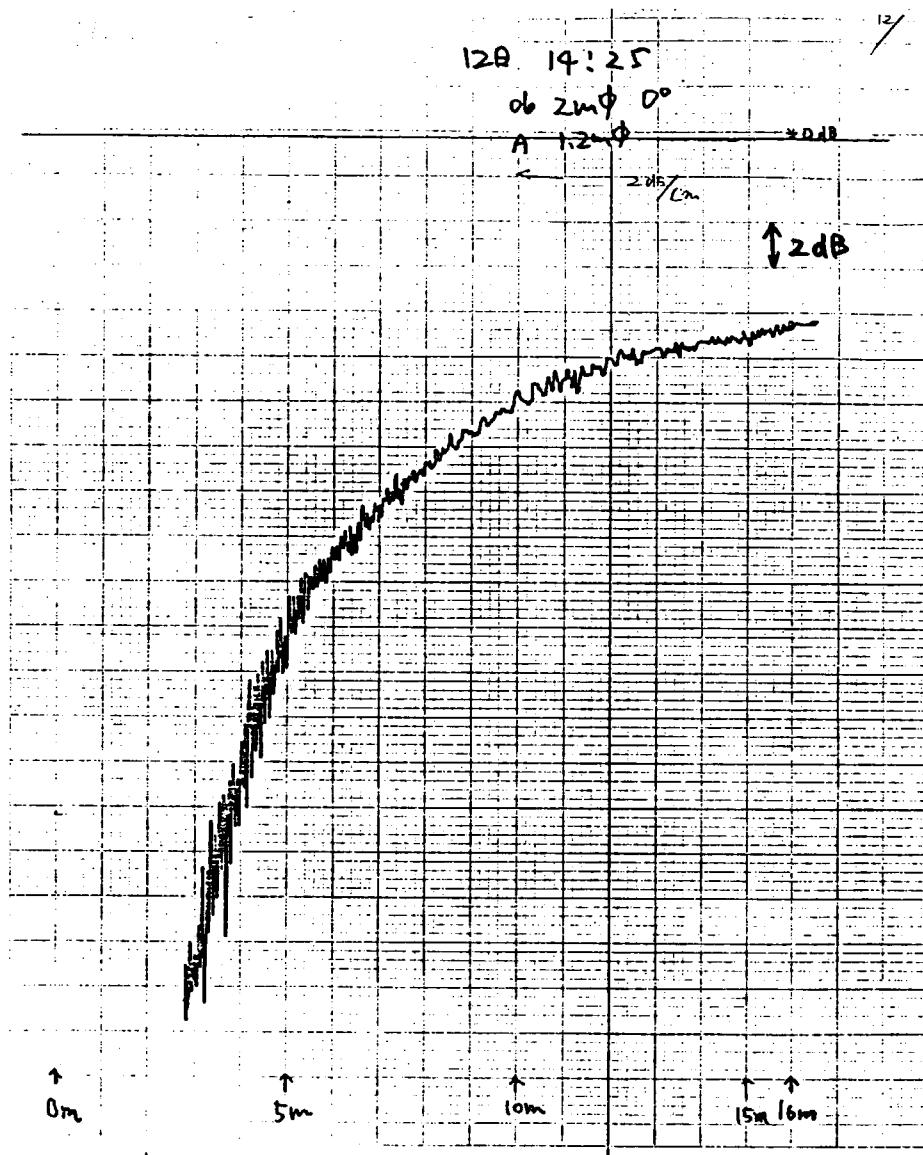


図3.1.10 測定した減衰特性の例 アンテナ $1.2\text{ m}\phi$

$$D = 2\text{ m} \quad \theta = 0^\circ$$

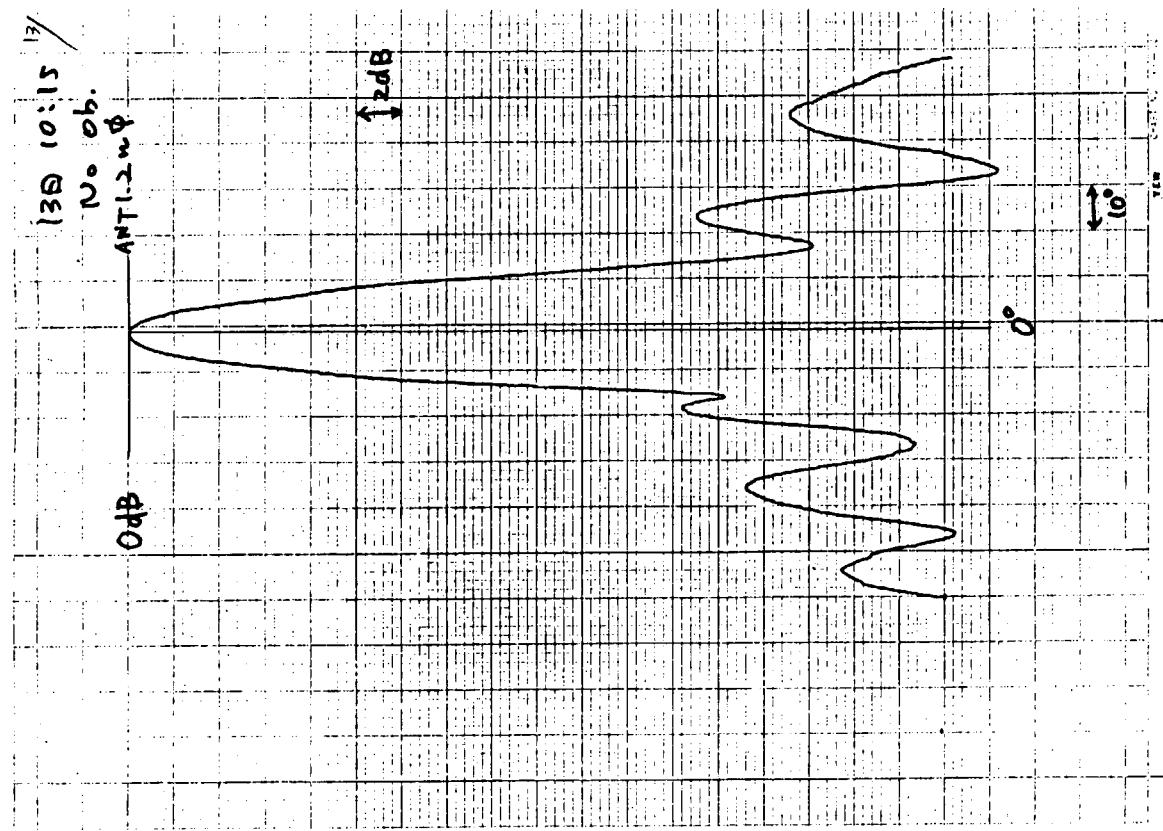


図 3.1.11 1.2 m $\phi$  ベラボラのアンテナパターン

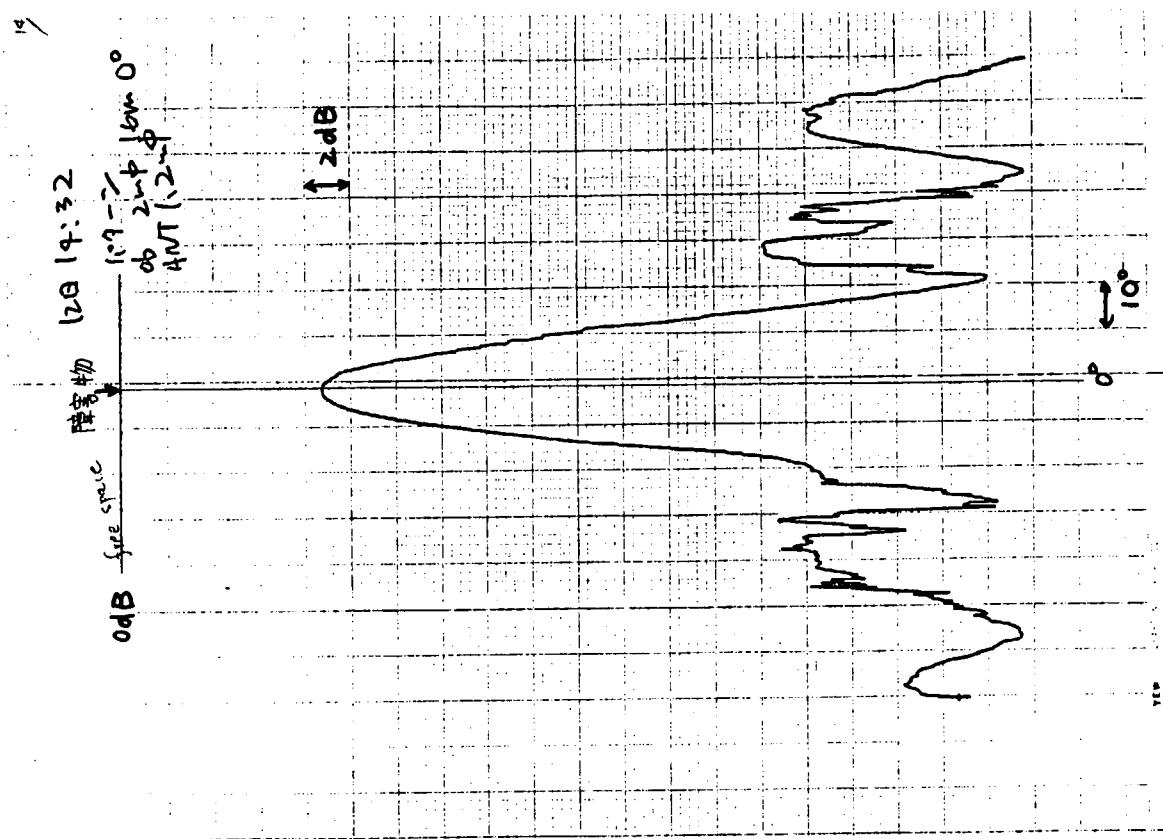


図 3.1.12 測定したアンテナパターン例 アンテナ 1.2 m $\phi$   
 $D = 2\text{ m}$   $R = 16\text{ m}$   $\theta = 0^\circ$

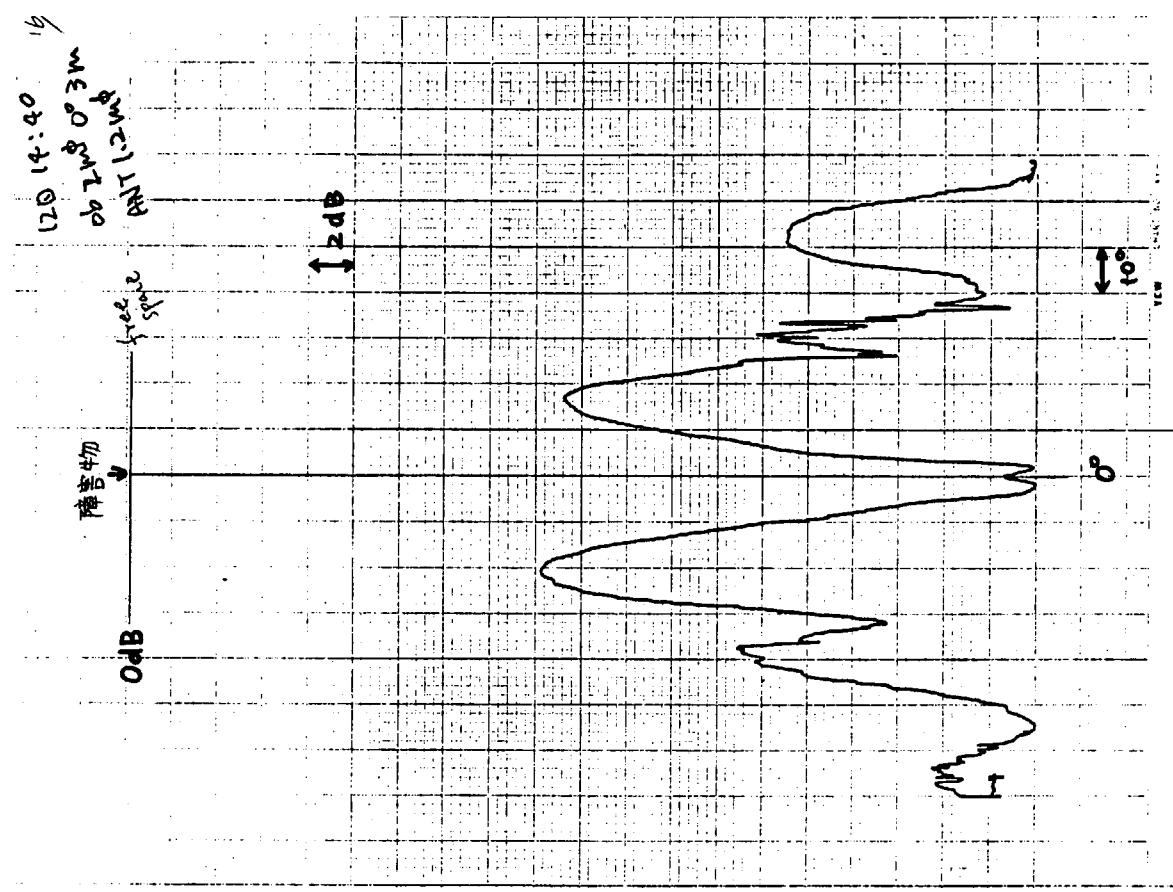


図 3.1.13 測定したアンテナパターン例 アンテナ 1.2 m $\phi$

$D = 2 \text{ m} \quad R = 8 \text{ m} \quad \theta = 0^\circ$

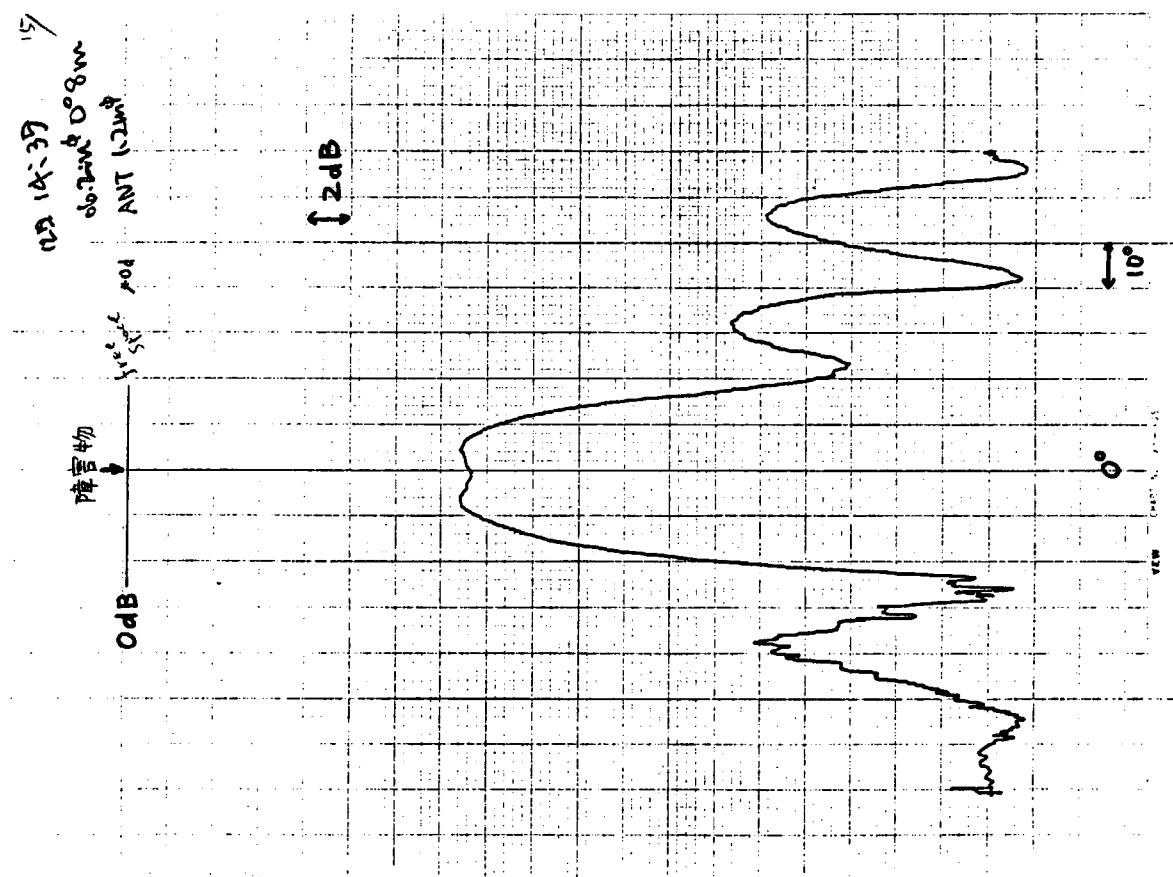


図 3.1.14 測定したアンテナパターン例 アンテナ 1.2 m $\phi$

$D = 2 \text{ m} \quad R = 3 \text{ m} \quad \theta = 0^\circ$

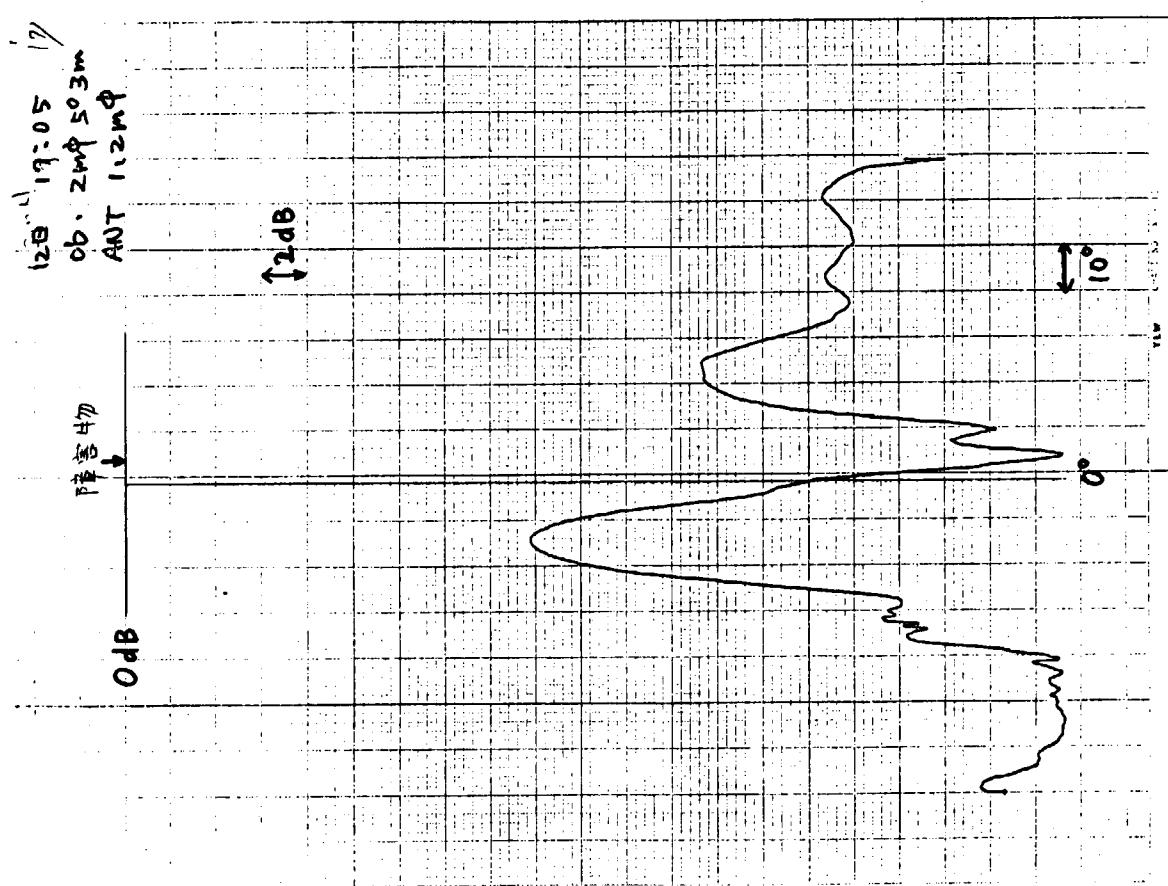


図 3.1.15 測定したアンテナパターン例 アンテナ 1.2 m $\phi$   
 D = 2 m R = 3 m  $\theta = 5^\circ$

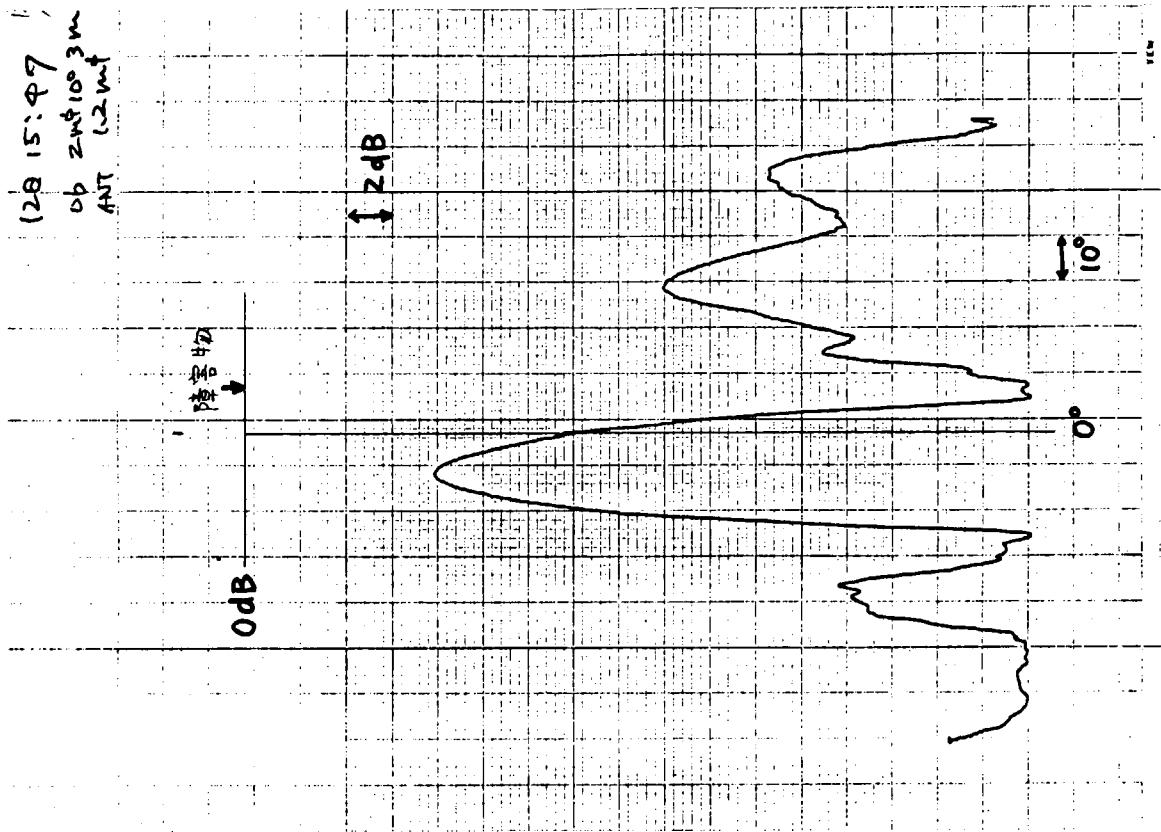


図 3.1.16 測定したアンテナパターン例 アンテナ 1.2 m $\phi$   
 D = 2 m R = 3 m  $\theta = 10^\circ$

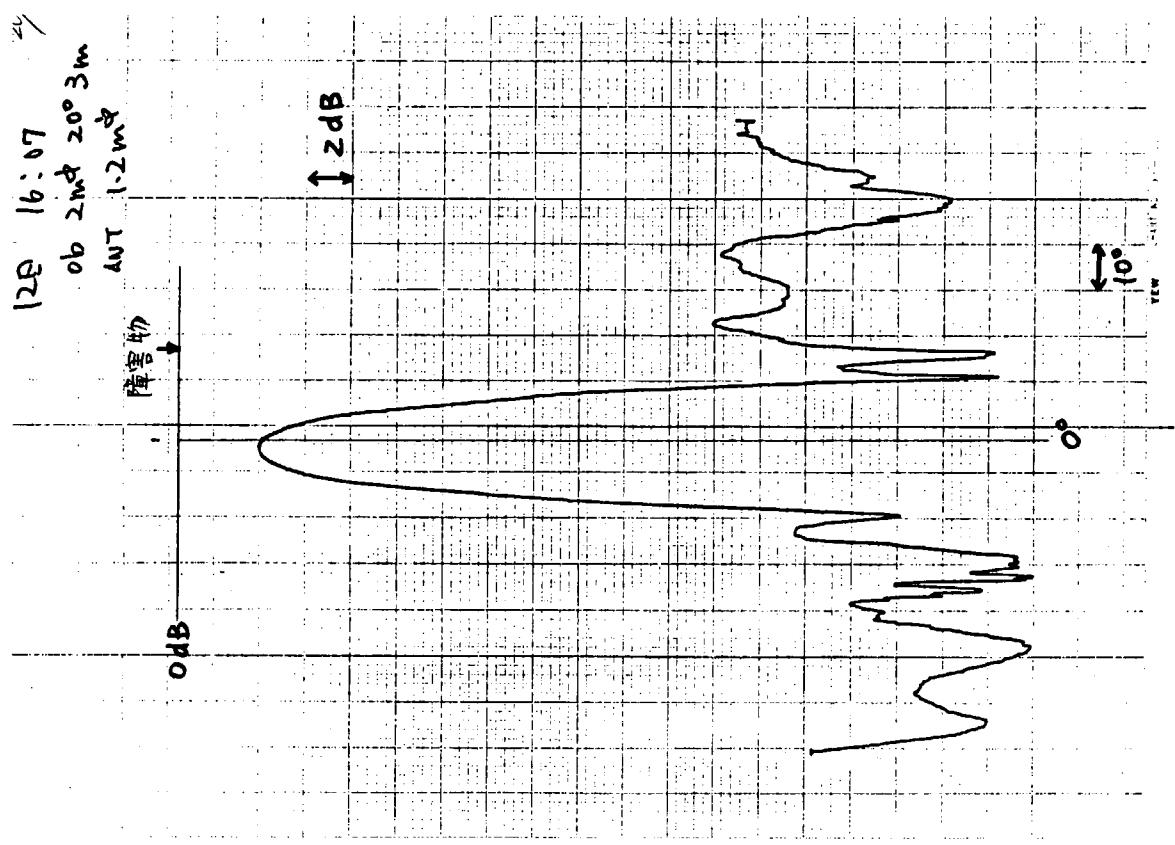


図 3.1.18 測定したアンテナパターン例 アンテナ 1.2 m $\phi$   
 $D = 2 \text{ m} \quad R = 3 \text{ m} \quad \theta = 20^\circ$

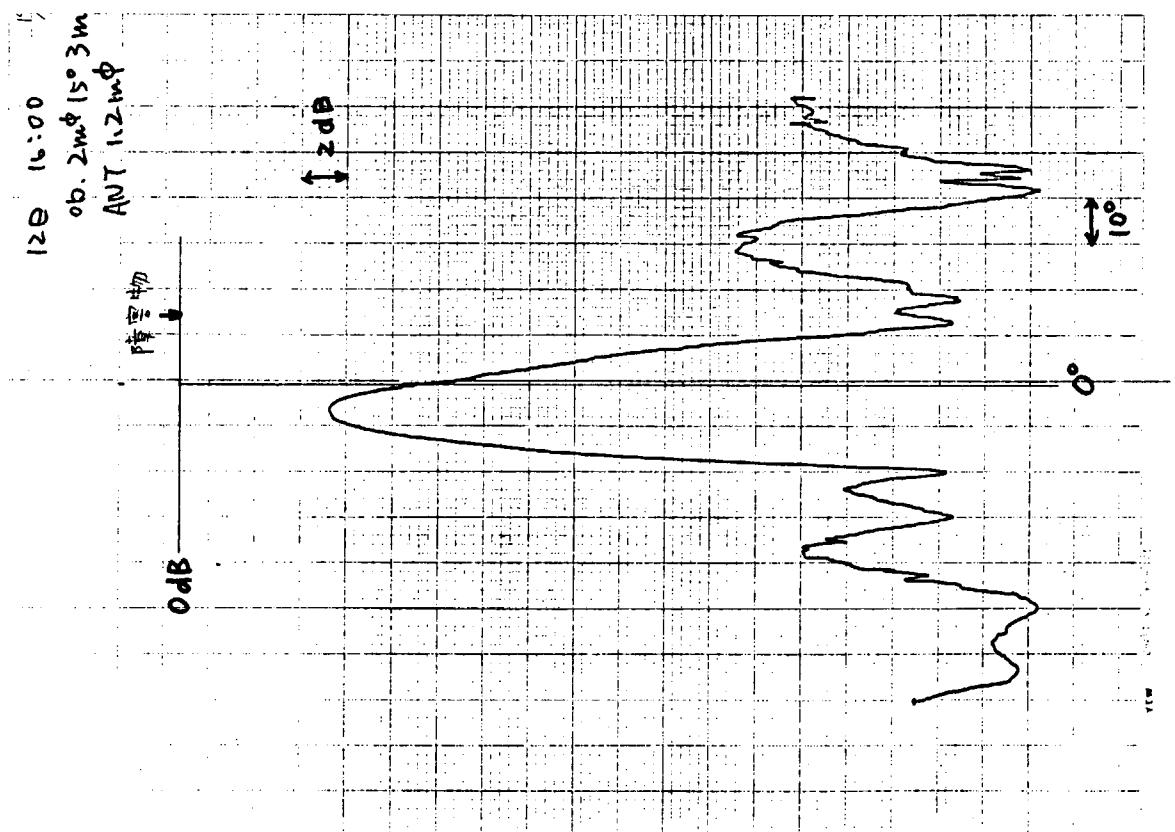


図 3.1.17 測定したアンテナパターン例 アンテナ 1.2 m $\phi$   
 $D = 2 \text{ m} \quad R = 3 \text{ m} \quad \theta = 15^\circ$

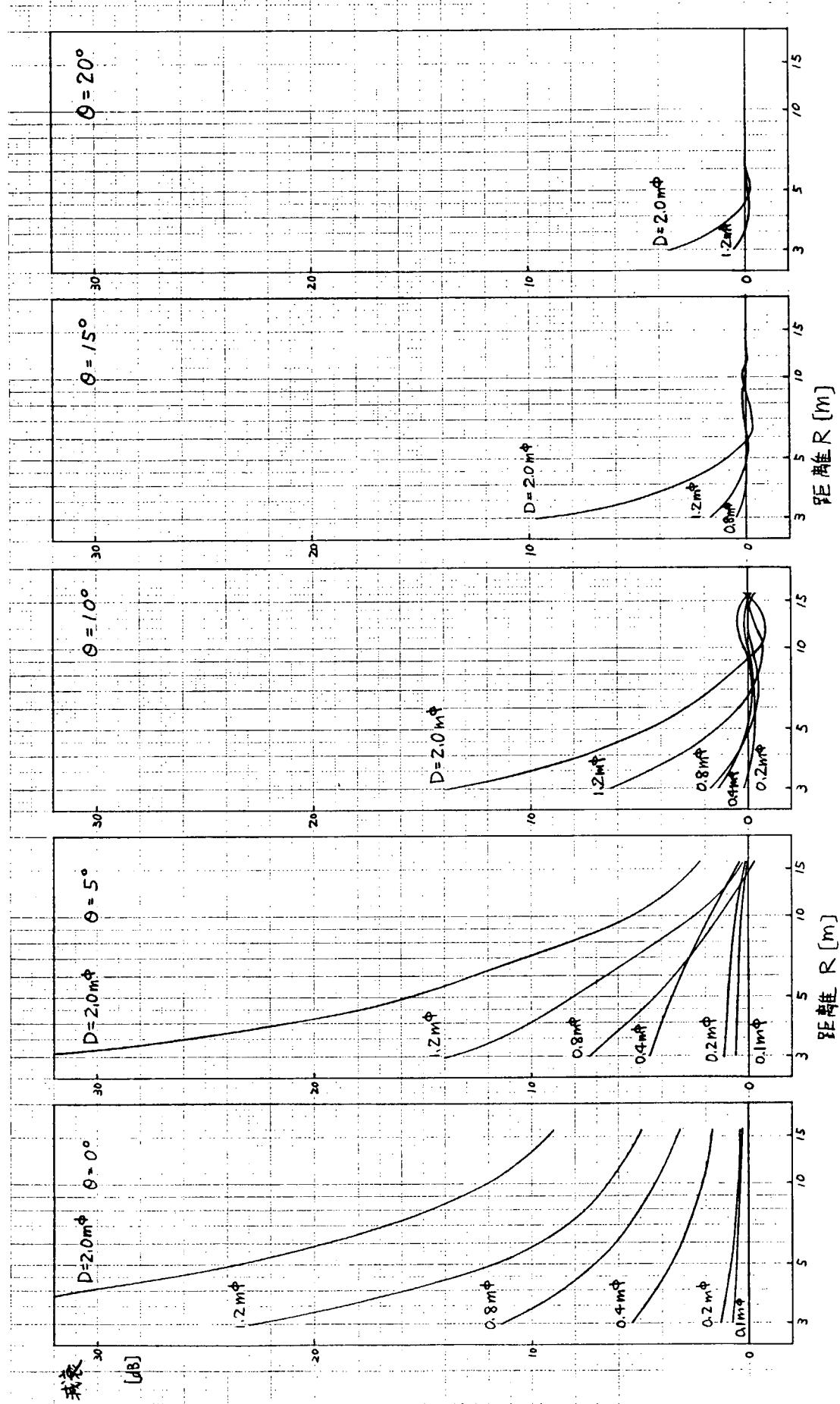


図 3.1.19 1.2 m $\phi$ バラボラ減衰特性

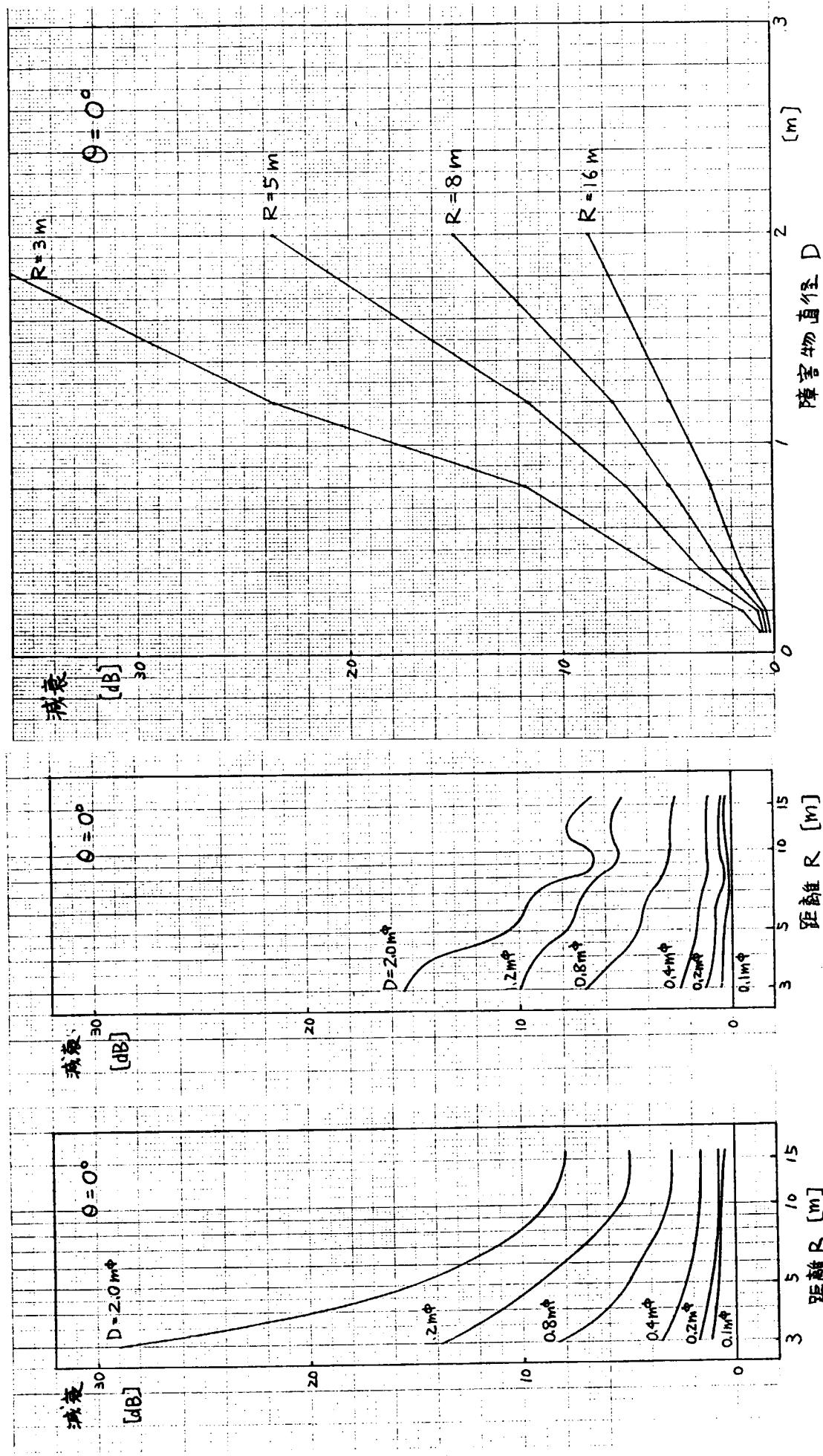


図 3.1.20 SBF減衰特性

図 3.1.21  $1.2 \text{ m}^\phi$  バラゴラの障害物直徑に対する減衰特性

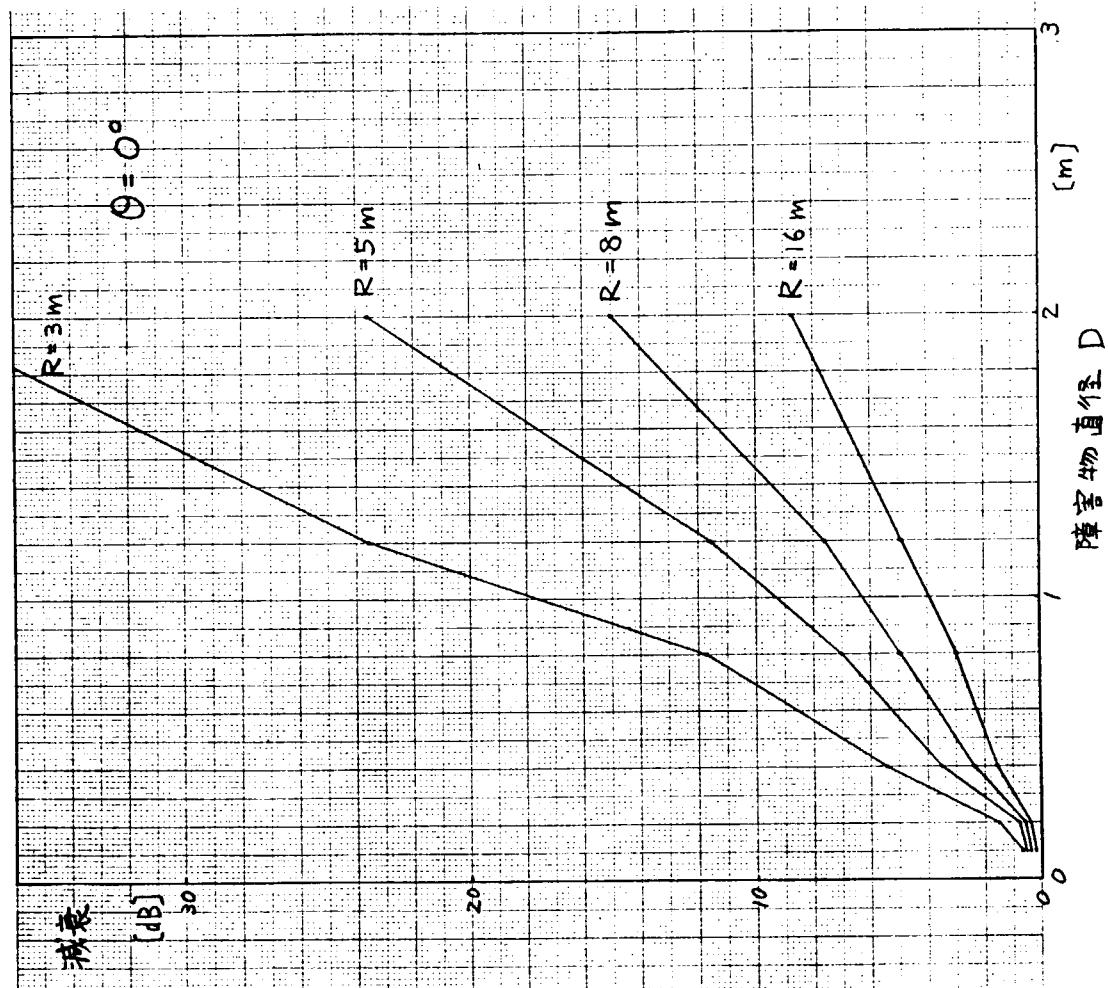


図 3.1.22  $1.2 \text{ m}^\phi$  バラゴラの障害物直徑に対する減衰特性

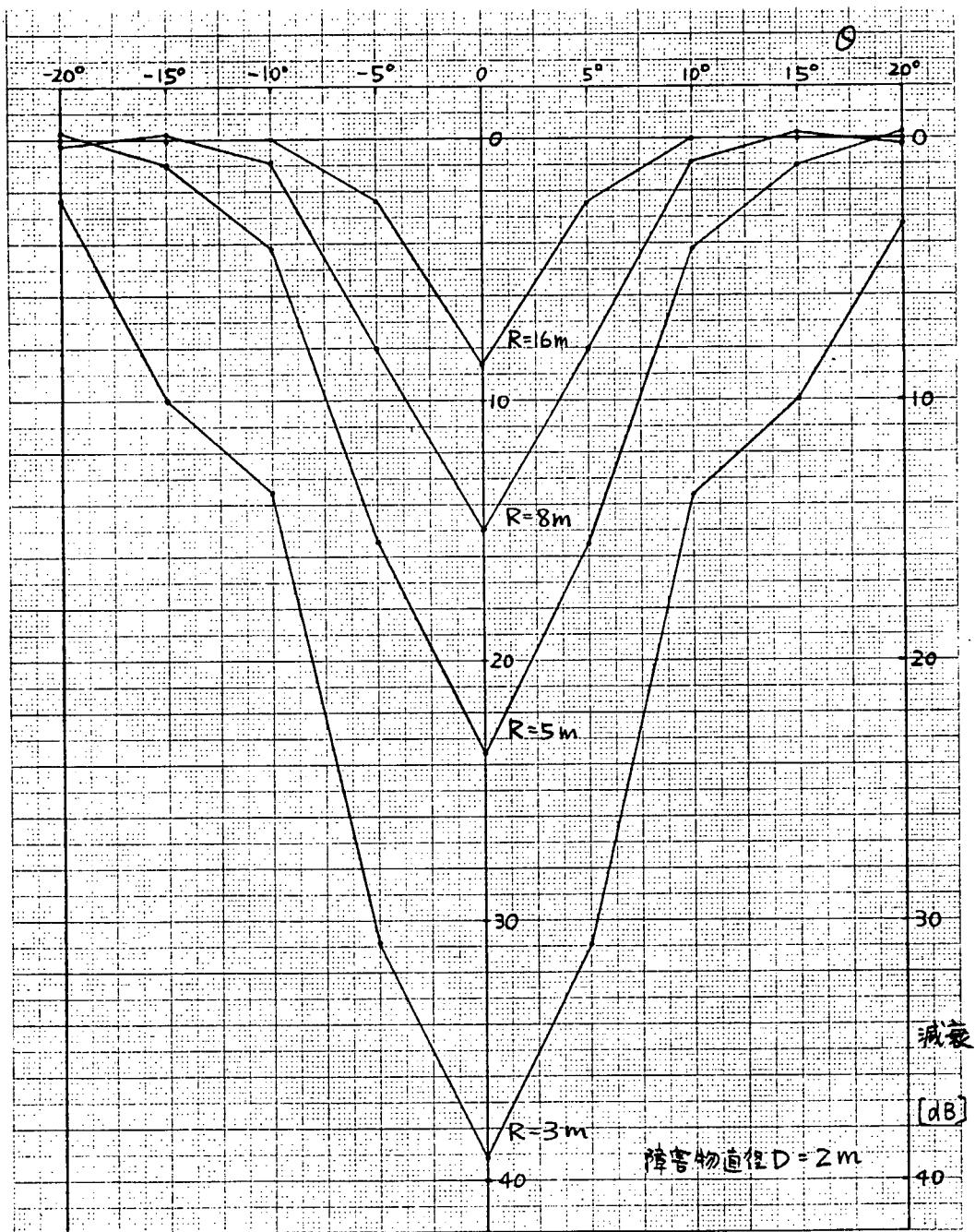
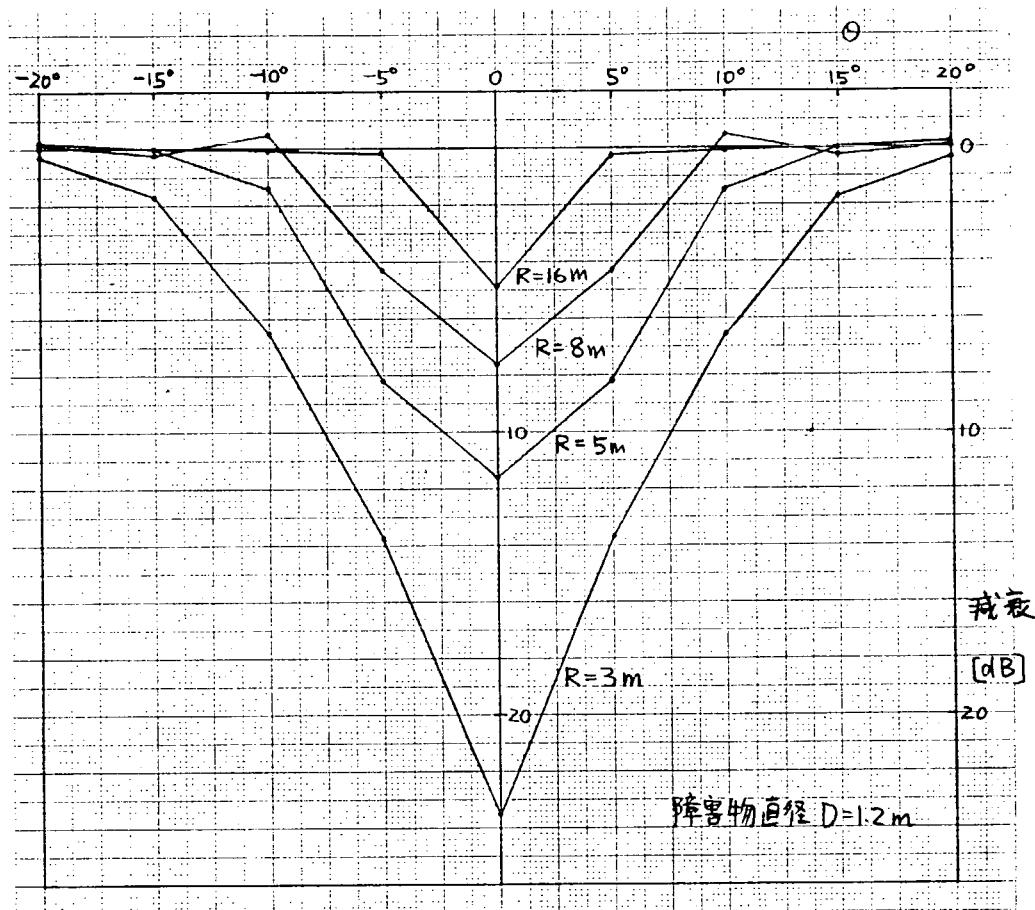


図 3.1.23(1)  $1.2\text{ m}\phi$  パラボラ  $\theta$  による減衰特性



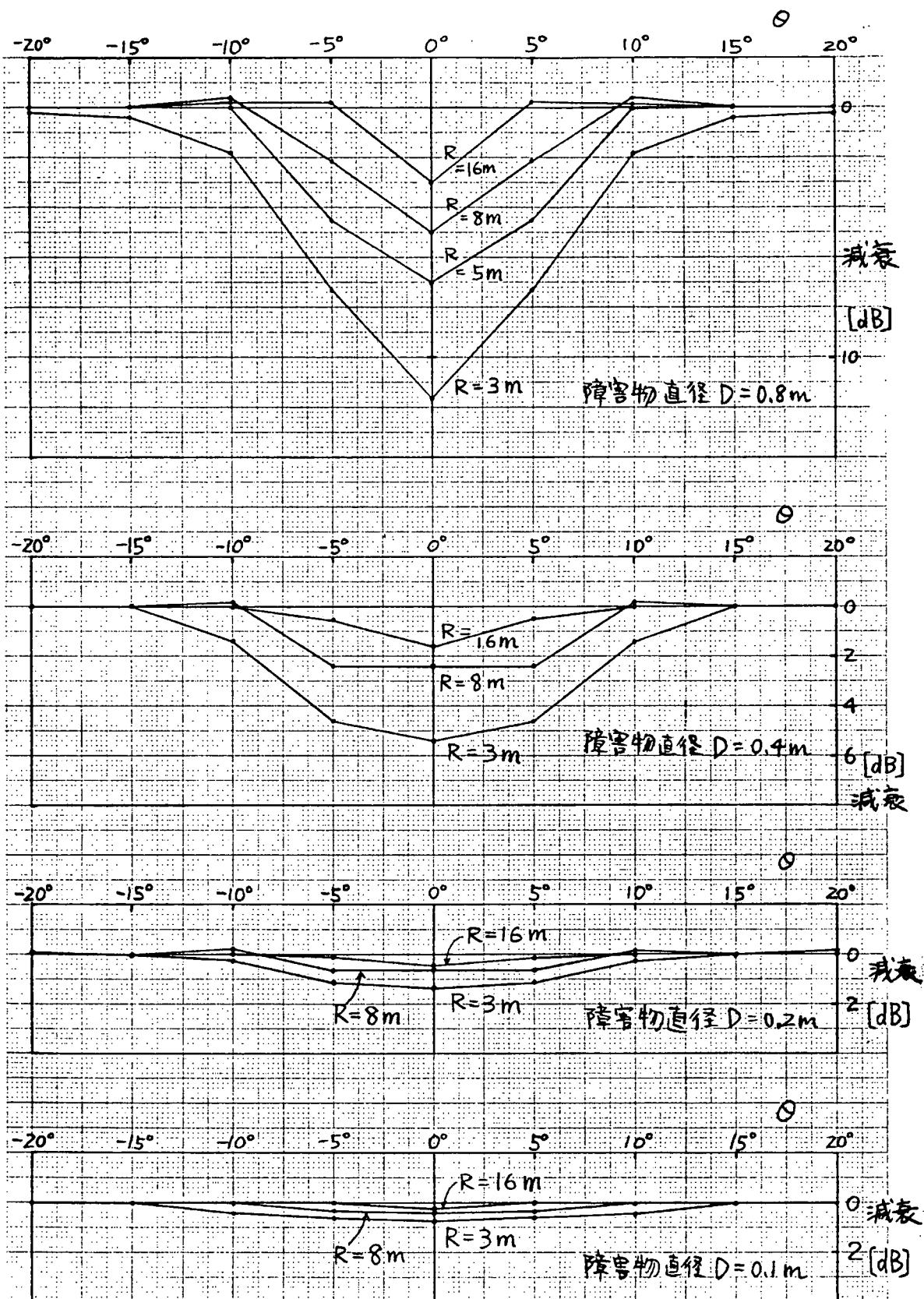


図 3.1.23(3)  $1.2\text{ m}\phi$  パラボラ  $\theta$  による減衰特性

### 3.1.4 考 察

図 3.1.25 に等減衰線を示す。これは図 3.1.22 から求めた点を直線で近似したものである。機器の設置の際に最も役に立つグラフであると思われる。

ここでブロッキングによる Loss の簡単な計算をフレネルゾーンの考え方を用いて行った。図 3.1.26 に示すフレネルゾーンの中を一様にエネルギーが通過しており、その一部が、円柱によって遮蔽されるとすると図 3.1.24 より Loss は次の式で表わされる。

$$\text{Loss(dB)} = 20 \log \frac{\pi r^2}{S_2}$$

$$20 \log \frac{\pi r^2}{r^2 \pi - 2 \left( \frac{D}{2} \sqrt{r^2 - \frac{D^2}{4}} + r^2 \sin^{-1} \frac{D}{2r} \right)}$$

$$r = \sqrt{R\lambda + \frac{\lambda^2}{4}}$$

R : アンテナからの距離

$\lambda$  : 波長

図 3.1.27 にこれによる計算値と実際のデータとの対比を示す。障害物の直径が増すと回り込みが増して計算値より小さな Loss となると考えられるが  $1.2 \text{ m} \phi$  以下の障害物までは、比較的よく一致している。

この方法は通常、アンテナ近傍では適用できないとされているが大きな計算には有用な方法と思われる。

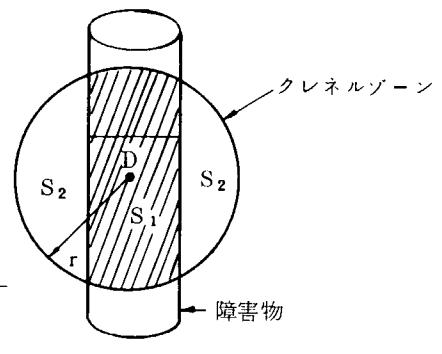


図 3.1.24

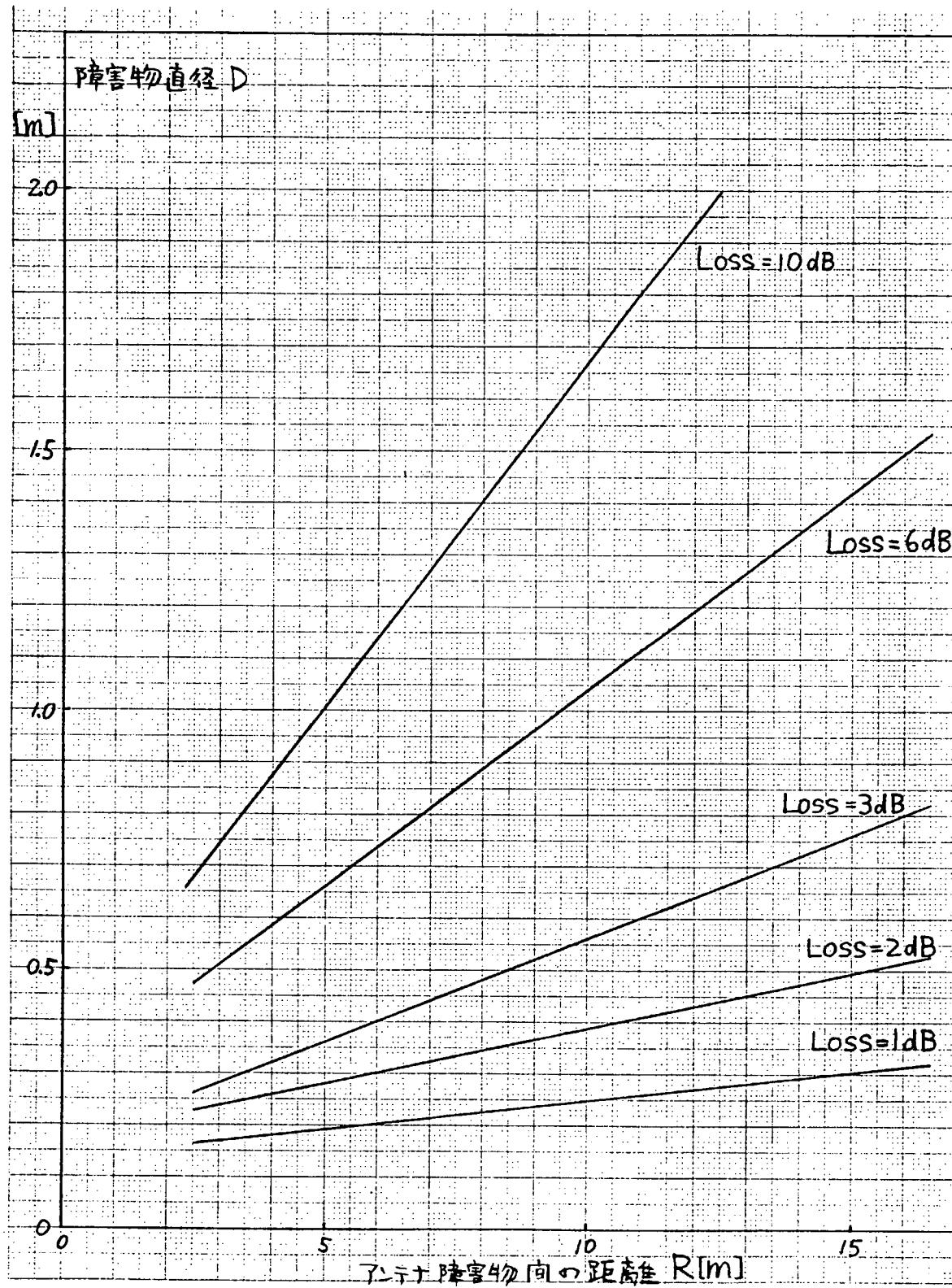


図 3.1.25 1.2 m $\phi$ バラボラアンテナでの等減衰線

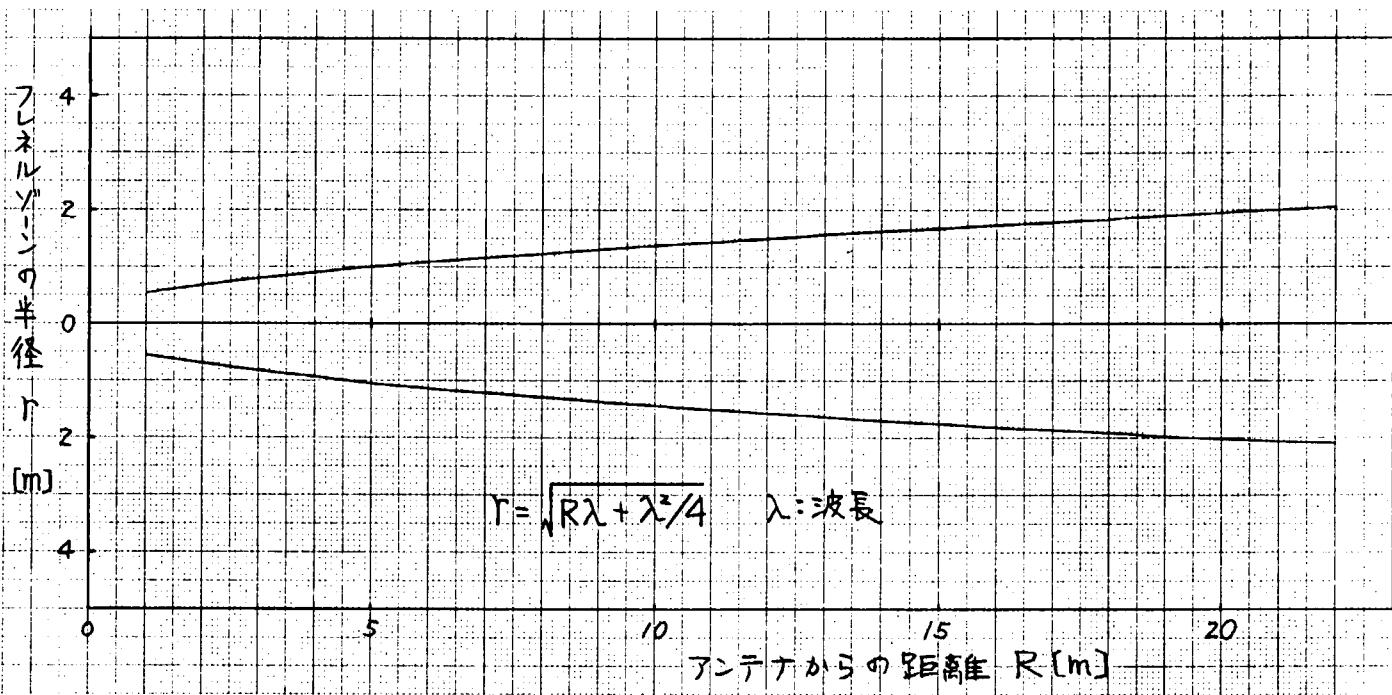


図 3.1.26 1600 MHz での第一フレネルゾーン

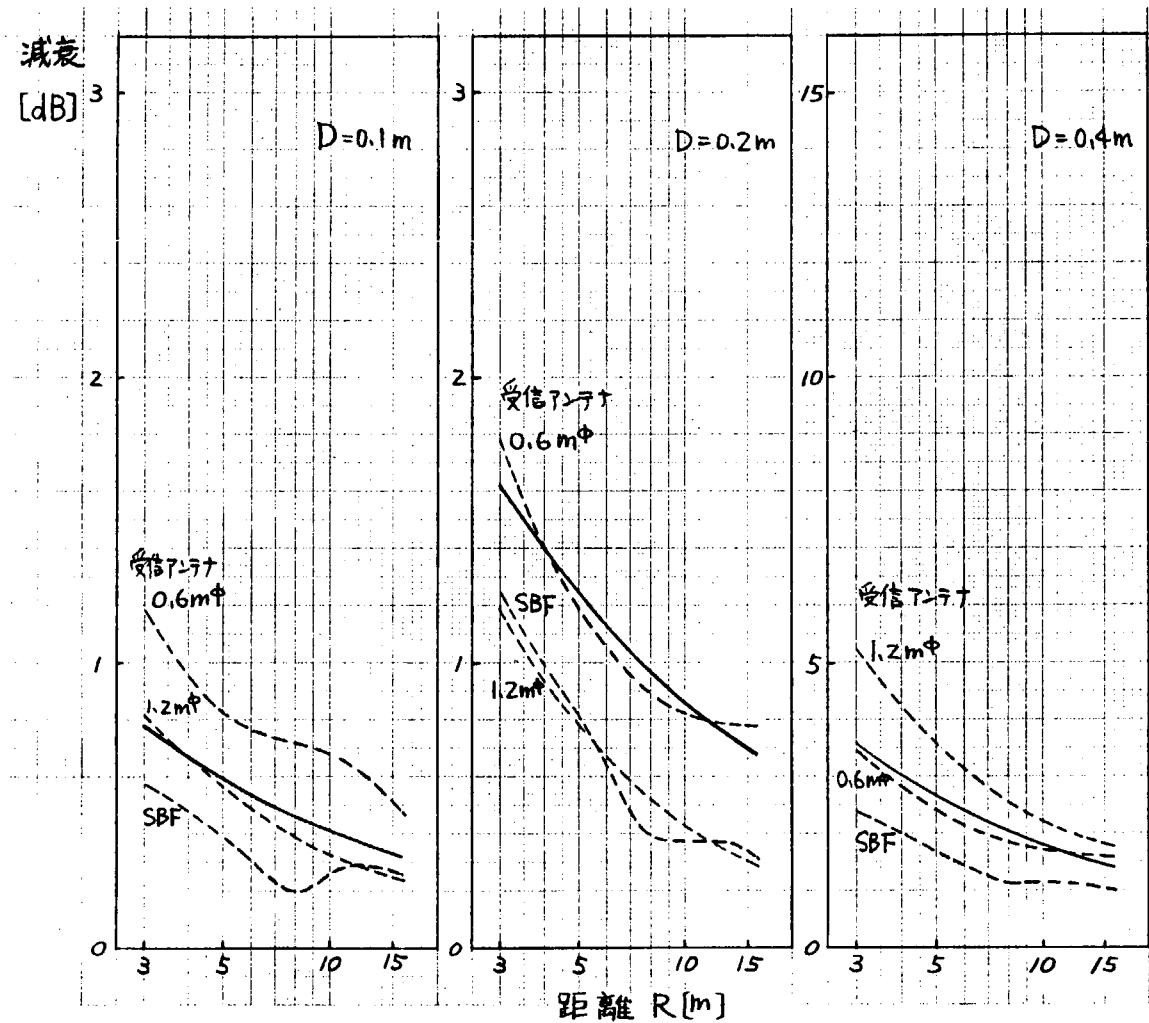


図 3.1.27(1) 各アンテナでの減衰特性

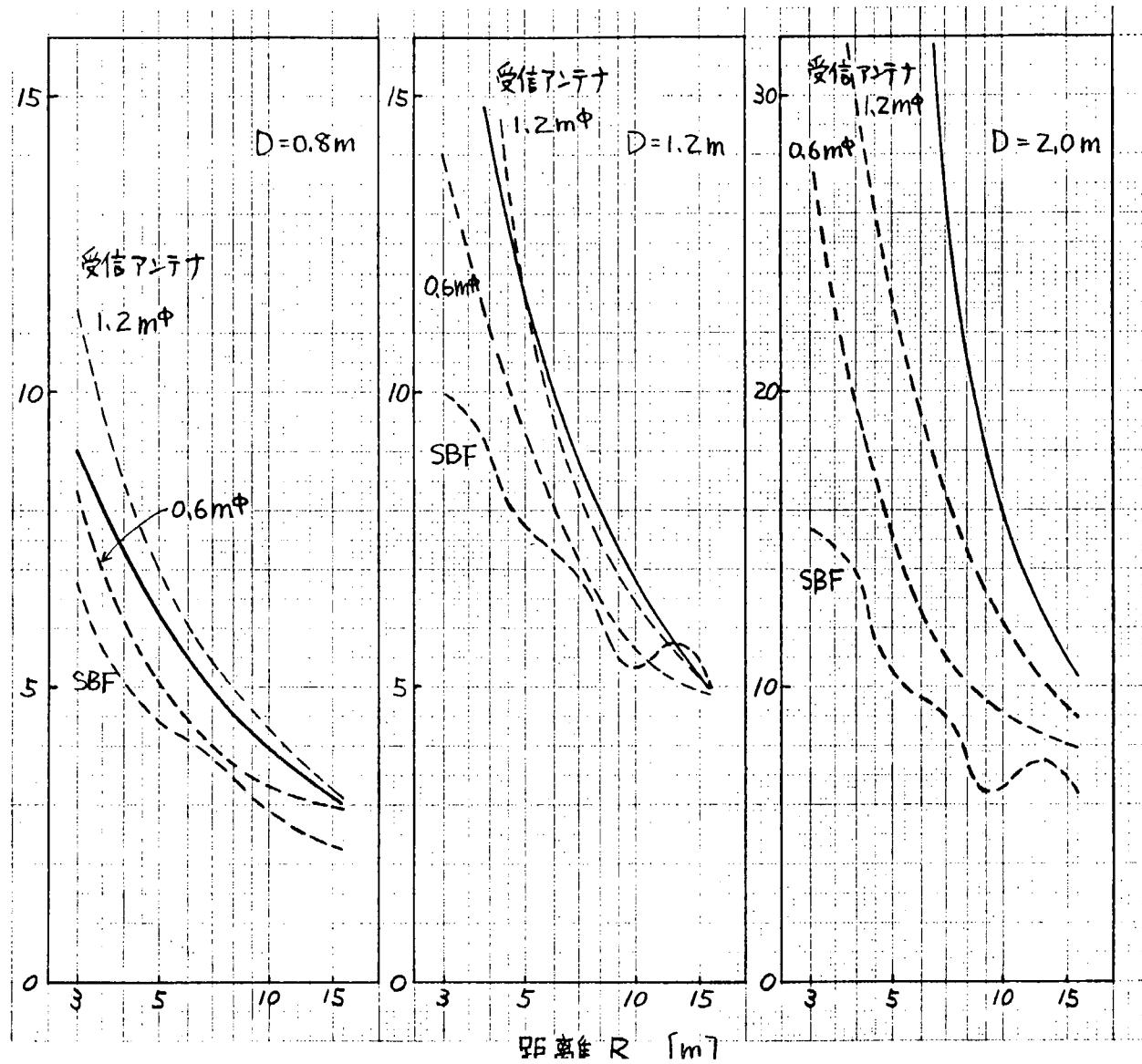


図 3.1.27(2) 各アンテナでの減衰特性及び第一フレネルゾーンによる計算値との比較

— 計算値  
- - - 測定値

### 3.1.5 むすび

円柱状障害物でブロッキングの実験を行い、船舶局の装備上有益なデータが得られた。これらの結果をまとめると以下のようになる。

- (1) 障害物直径が大きな場合アンテナが小さいほど減衰は小さい。
- (2) 障害物直径が2m以下、アンテナとの距離が3m以上の場合。  
障害物偏位角 $20^{\circ}$ 以上になるとほとんど影響がなくなる。
- (3) 障害物が正面にある場合は、障害物の直径と、減衰の関係はほぼ比例する。
- (4) 第一フレネルゾーンの考え方を用いて、遮蔽物による減衰特性を理論的に評価した値と測定値とがよく一致した。

## 3.2 フェージングシミュレータの研究

### 3.2.1 まえがき

海事衛星通信では、海面からの反射波と直接波が干渉しあってフェージングを生じ、低仰角となる高緯度海域及び開口面積が小さいアンテナを使用した場合に影響が大きくなる。

海面反射波はコヒーレント成分とインコヒーレント成分に分けることができる。コヒーレント成分は、海面を鏡面と見なした場合に理論的に生ずるもので、位相がそろっており、船体の動搖、海面のうねり等による高さの変動によりフェージングを生じさせる。インコヒーレント成分は、海面波によって散乱されて生じるものであり、それは無数の点から反射して来るもので位相がそろっておらず、ランダムなプロセスとして観測される。かように、海事衛星通信における受信入力は、直接波の他に特定方向からの反射、ランダムな波による多重路反射などから極めて複雑なフェージングを受ける。したがって、船舶局のダイナミック試験はフィールドテストによらなければならない。

しかしながら、フィールドテストにおいては種々の制約が存在し、ばらつきの少ない試験の反復実施が困難であるばかりでなく、各種の要因を分離した形での実験を行うことは不可能に近い。そのため、フィールドテストと等価なテストを室内で行うことができるフェージングシミュレータの研究開発が必要となった。

1977年伊豆半島田子港で行った伝搬実験データを検討し、昨年フェージングシミュレータの検討・設計(‘78報告書参照)を行ない、今回海事衛星信用フェージングシミュレータを試作し、その評価試験を行った。

### 3.2.2 試作シミュレータ

#### (1) 伝搬モデル

今回試作したフェージングシミュレータは図3.2.1のような伝搬モデルを基準として設計を行った。

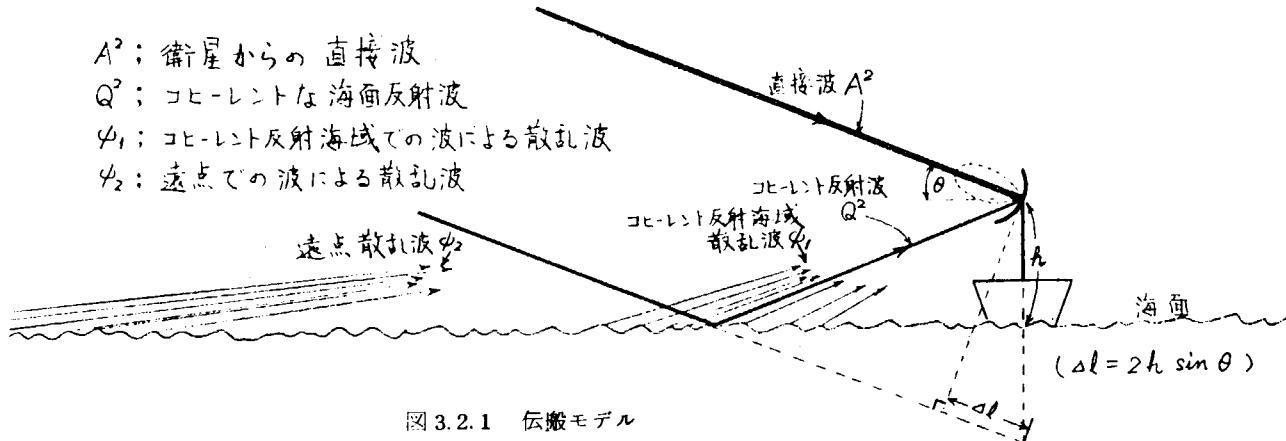


図3.2.1 伝搬モデル

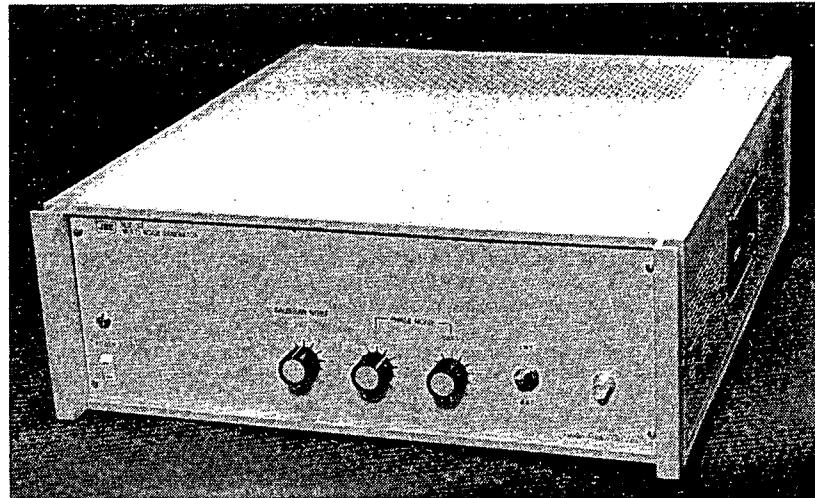


図 3.2.2 フェージング・シミュレータ変調信号発生部

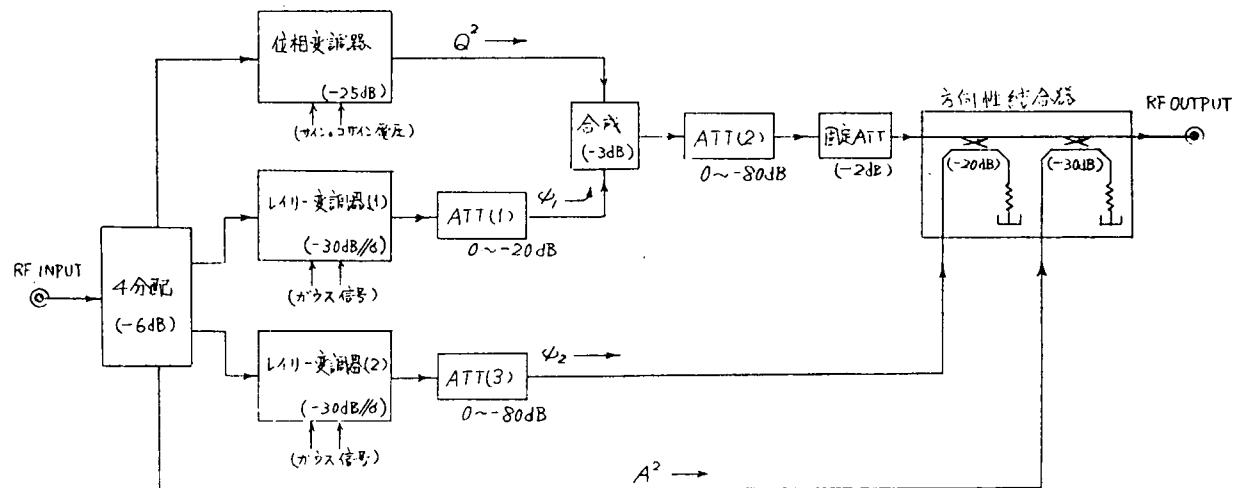


図 3.2.3 フェージングシミュレータ高周波回路構成図

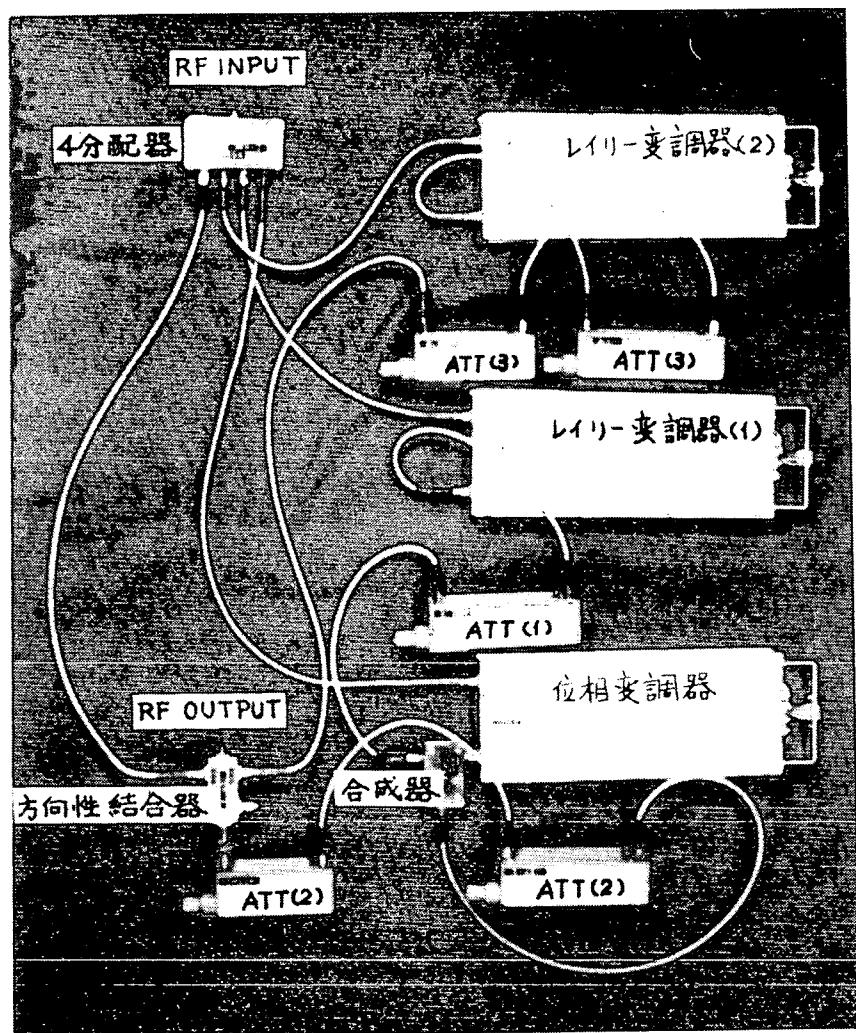


図 3.2.4 フェージングシミュレータ高周波部

図3.2.1の伝搬モデルより4種類の電波がアンテナのビームの広がりにより合成され干渉することによりフェーディングが発生すると考えフェーディングシミュレータの回路を構成させた。

(2) フェーディングシミュレータの構成

図3.2.1の伝搬モデルより、高周波系の回路構成を図3.2.3とした。図3.2.4にその写真を示す。

位相変調器、レイリー変調器(1)及びレイリー変調器(2)の回路構成は全く同じで、その構成を図3.2.5に、またその写真を図3.2.6に示す。

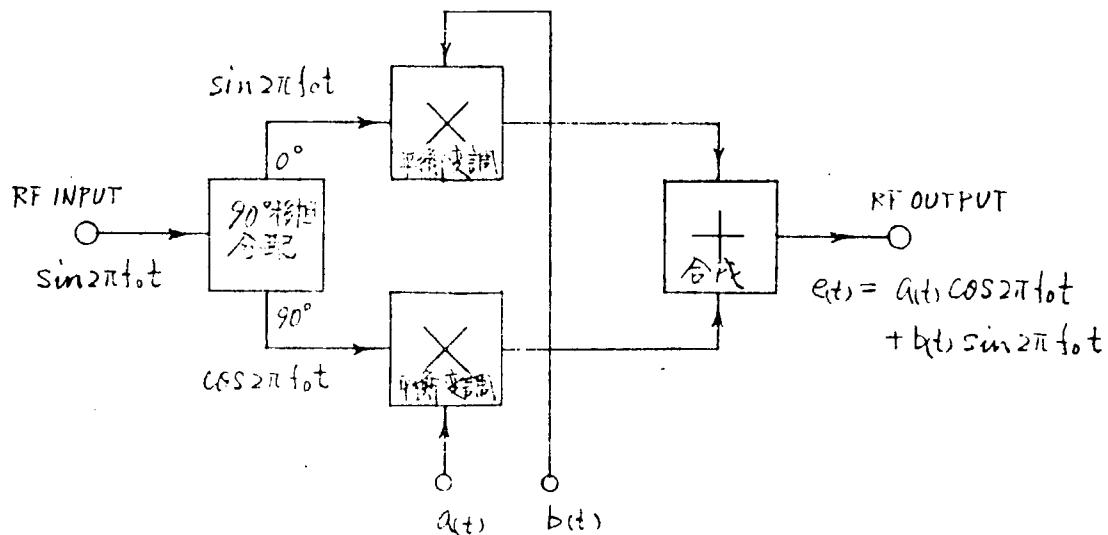


図3.2.5 位相変調器及びレイリー変調器

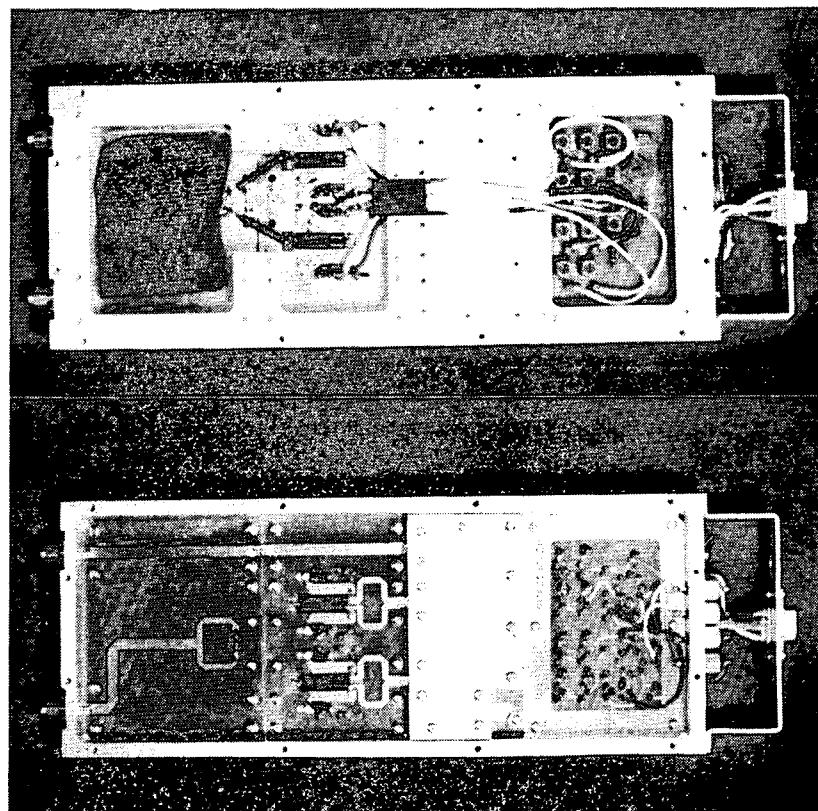


図3.2.6 位相変調器、レイリー変調器

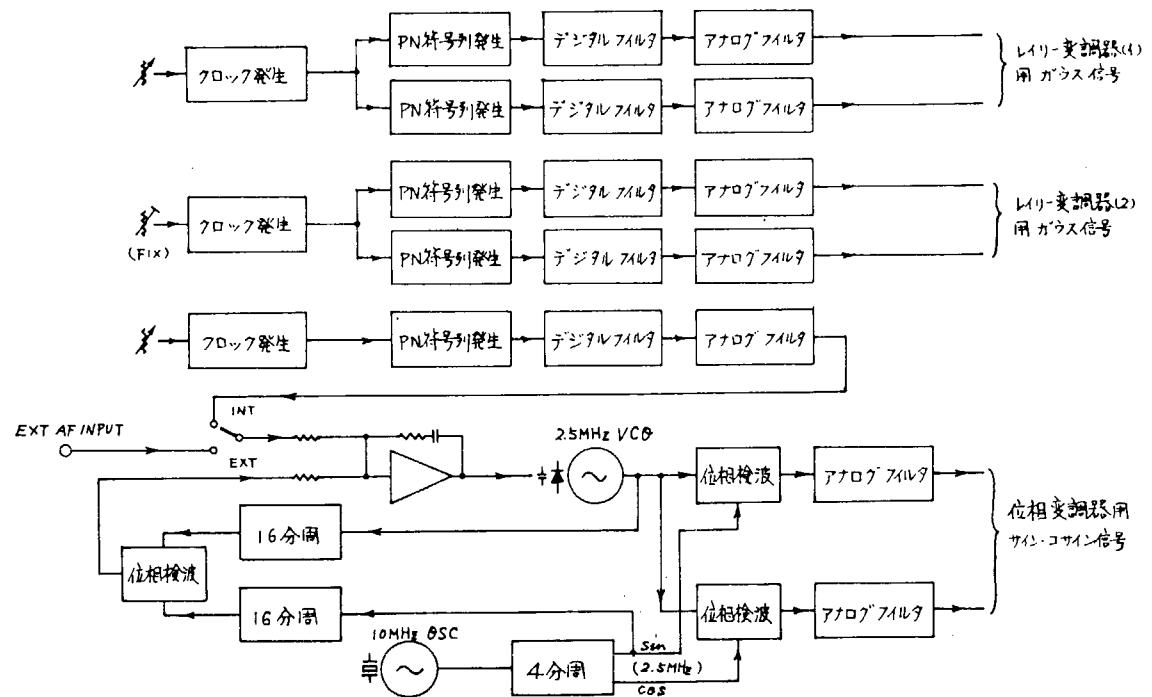


図 3.2.7　変調信号発生部構成図

図3.2.7には高周波信号にレイリー変調及び位相変調を与えるための変調信号発生系統を示す。

レイリー変調器(1)用ガウス信号では、海の波に相関を持つ信号とするため周波数スペクトルを正規分布形とし、その中心周波数を0.05～0.5Hzの範囲変化できるようにした。

レイリー変調器(2)用ガウス信号では、0～1Hzの間スペクトル一様分布信号とした。

位相変調用信号では、船体のローリング・ピッキングに相当する信号として周波数スペクトル一様分布のガウス信号を作り、PLL回路を応用して、数回転に及ぶ位相変調用サイン及びコサイン電圧を作っている。また、位相変調にはガウス信号のみではなく外部電圧でもコントロールできるように構成した。衛星からの直接波A<sup>2</sup>とコーヒーレント反射波Q<sup>2</sup>の通路差 $\Delta\ell$ は図3.2.1の伝搬モデルから明らかのように

$$\Delta\ell = 2h \sin\theta \dots \dots \dots \dots \dots \dots \dots \quad (3.2.1)$$

ただし  $h$  : アンテナの海平面からの高さ

$\theta$  : 衛星仰角

で与えられる。また1.54GHzでの波長は19.5mmであることからアンテナの高さ変化に対する位相変化は図3.2.8に示すように衛星仰角によっても変化する。

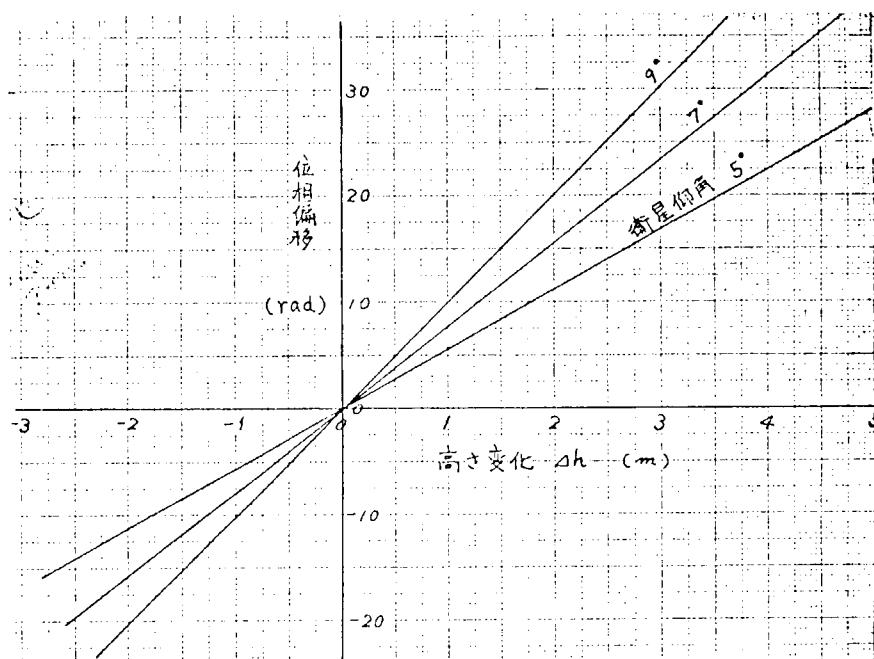


図3.2.8 アンテナ高変化対位相偏移

### (3) フェジングシミュレータの性能

- (a) 使用周波数範囲 1530～1550MHz
- (b) 直接波成分 挿入損失 約-36dB
- (c) コヒーレント反射成分
  - 位相変調 : 標準偏差 $\sigma$ 当り最大10rad、 $3\sigma$ の範囲以上正規分布、最大±60rad可変。
  - 対直接波比設定: 0～-80dB (アンテナの $2\theta$ 方向結合比( $K(2\theta)$ )、海面反射係数、うねり係数の和で設定。)
- (d) レイリー変調(1) (仲上・ライス分布発生用)

- 対コヒーレント反射波比設定: -5 ~ -25 dB (うねり係数設定)
- 振幅分布 : レイリー分布
- 位相分布 : 0 ~ 360° 一様分布
- スペクトル分布 : 周波数正規分布 中心 0.05 ~ 0.5 Hz 可変  
(仲上・ライス分布発生用)
- (e) レイリー変調2)
- 対直接波比設定 : -20 ~ -100 dB (アンテナのθ方向結合比  
( $K(\theta)$ ) とうねり係数の和で設定)
- 振幅分布 : レイリー分布
- 位相分布 : 0 ~ 360° 一様分布
- スペクトル分布 : 0 ~ 1 Hz 一様分布

図 3.2.9 直接波成分とコヒーレント反射成分の干渉によるフェージングデブス特性とその理論値を示した。

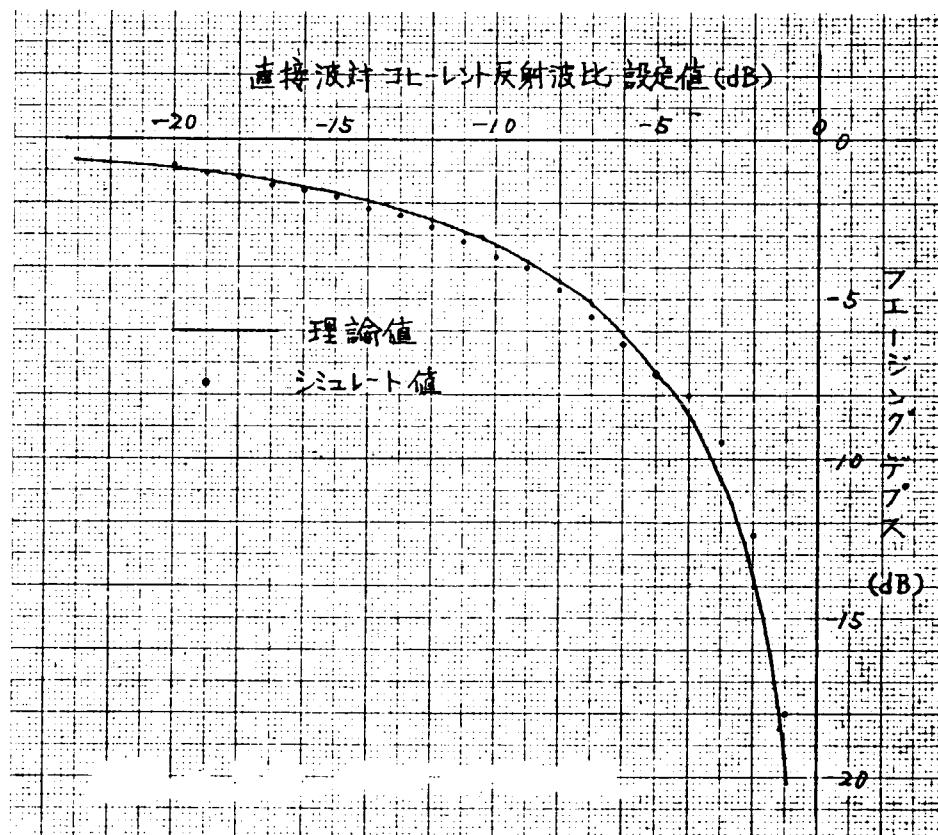


図 3.2.9 フェージングデブス特性

### 3.2.3 フィールド実験データとの対比

1) “7.8報告書で報告済みのフィールド実験データと対比する形で、波形解析装置を使用して試作フェージングシミュレータのテストを行った。

#### (1) テスト(1)

ここでは、“7.8報告書の表3.1.3に従い、アンテナのボアサイト結合比、実測海面反射係数R、インコヒーレント反射比 $\phi_1/Q^2$ 及び $\phi_2/A^2$ を設定し、ヘリカルアンテナ、0.6 m $\phi$ 及び1.2 m $\phi$ バラボラアンテナについて、仰角5°及び9°の比較を行った。

- A T T(1)設定：位相変調器とレイリー変調器のロス差(5 dB)を考慮して $\phi_1/Q^2 + 5$  (dB)を設定。
- A T T(2)設定：実測海面反射係数Rと2θ方向アンテナ結合比の和(R+K(2θ)) (dB)を設定
- A T T(3)設定：直接波成分信号とインコヒーレント反射成分信号の回路ロス差(20 dB)を考慮して $\phi_2/A^2 + K(\theta) + 20$  (dB)を設定。ただし、K(θ)はアンテナのθ方向結合比

表 3.2.1 フェージングシミュレータの設定値

アンテナ	仰角	K(θ) (dB)	K(2θ) (dB)	フィールドデータ					シミュレータ設定値			
				$\phi_1/Q^2$ (dB)	$\phi_2/A^2$ (dB)	R (dB)	パトバーン 最大・ 最小比	波高 P-p cm	フィルタ 帯域 f Hz	A T T(1) (dB)	A T T(2) (dB)	A T T(3) (dB)
He I	5°	-0.1	-0.6	-7.75	-2.70	-7.32	7.4 dB	13 cm p-p	0.35	-3	-8	-7
	9°	-0.4	-2.2	-14.72	-3.64	-7.90	5.6 dB	10	0.35	-10	-10	-17
0.6 m $\phi$	5°	-1.3	-4.0	-21.93	-3.40	-4.35	7.0 dB	10	0.25	-17	-8	-15
	9°	-3.0	-16.3	-10.90	-3.51	-7.07	11.8 dB	10	0.40	-6	-23	-18
1.2 m $\phi$	5°	-2.0	-10.3	-7.75	-2.70	-12.23	1.3 dB	13	0.20	-3	-23	-9
	9°	-7.0	-33.5	-14.72	-3.64	-5.28	0.2 dB	10	0.35	-10	-39	-23

フェージングシミュレータの設定値を表3.2.1に示す。

またこれによる波形解析結果をフィールド実験解析データと対比して図3.2.10(a)~(f)C、フェージングデブス、フェージングマージンについても対比して図3.2.1-1及び図3.2.1-2に示した。測定はコヒーレント反射位相を調整し、出力最小点に固定して、サンプリング数2048で5回平均法(合計サンプリング数10240)で測定を行った。また、処理時間の都合上データレコーダにより10倍の速度で処理を行った。

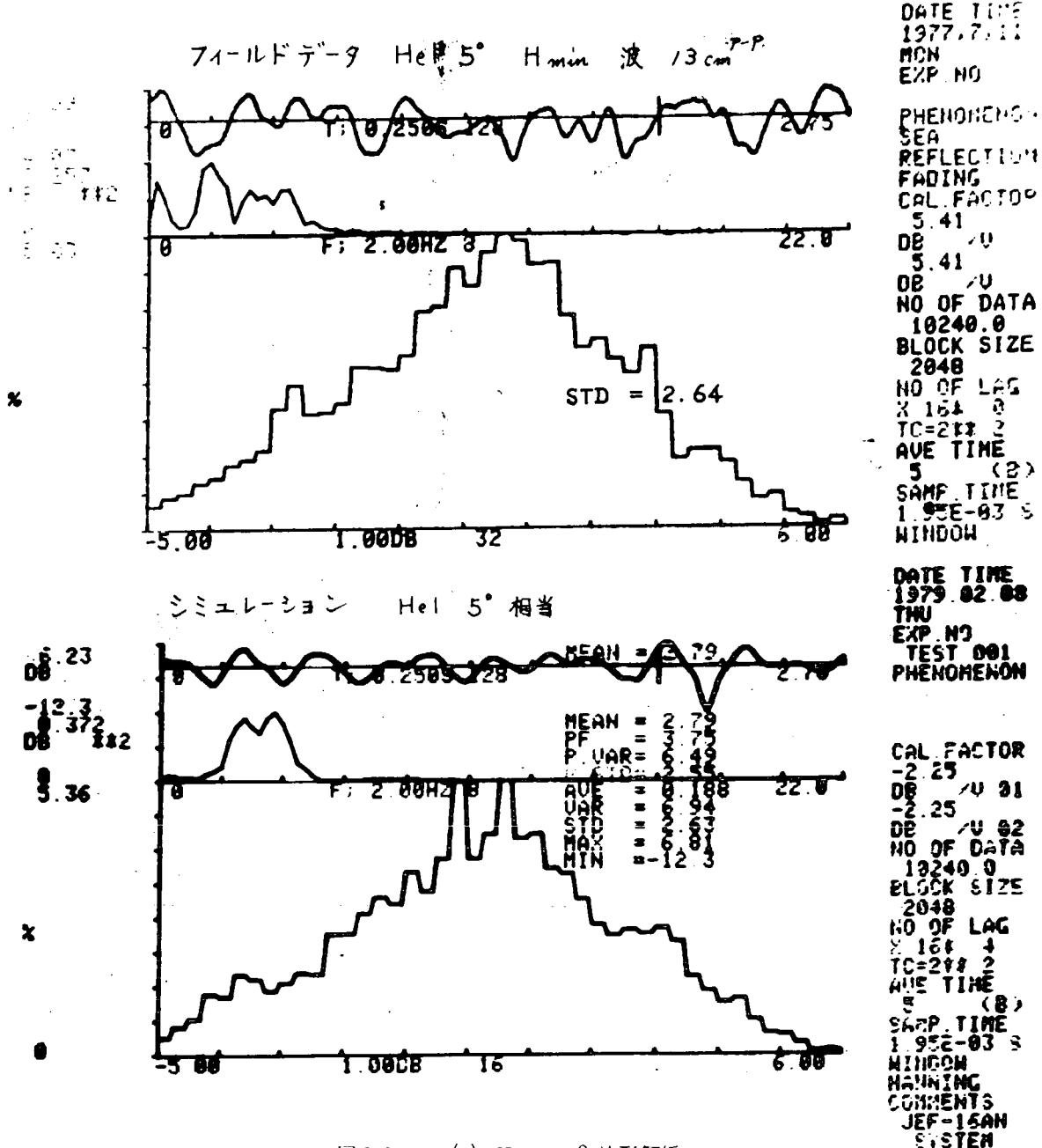
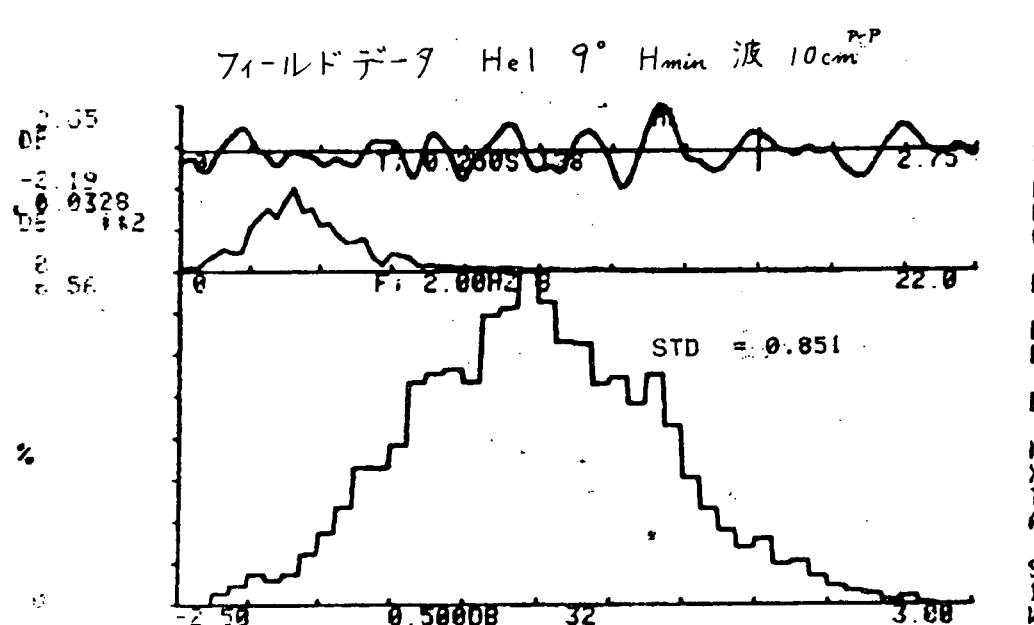
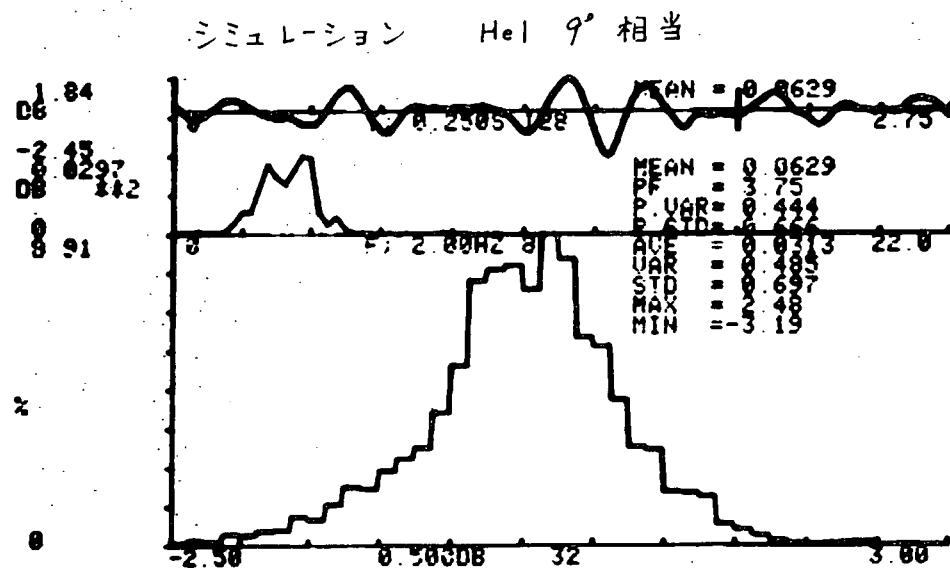


図 3.2.10 (a) HeI 5° 波形解析



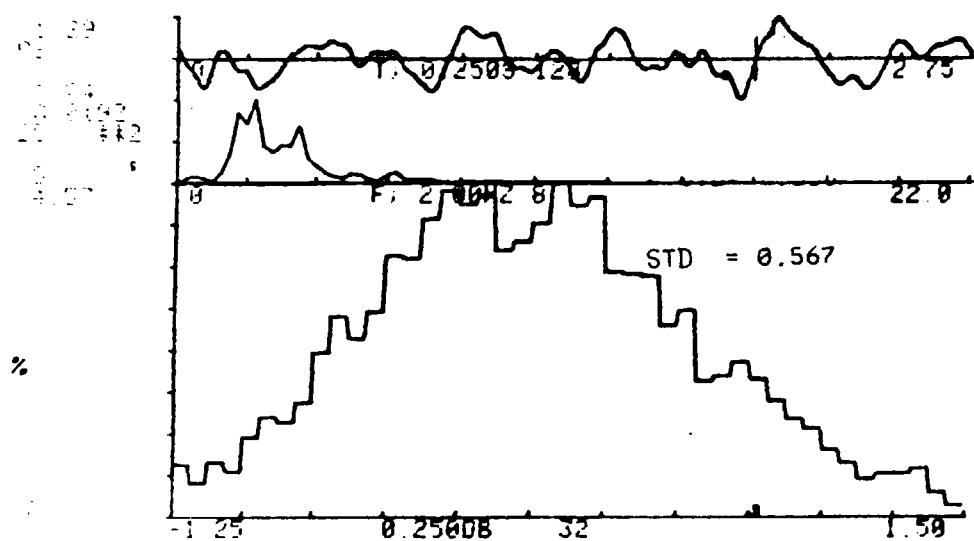
DATE TIME  
1977.7.9  
FRI  
EXP.NO  
  
PHENOMENON  
SEA  
REFLECTION  
FADING  
CAL.FACTOR  
5.41  
DB /V  
5.41  
DB /V  
NO OF DATA  
10240 0  
BLOCK SIZE  
2048  
NO OF LAG  
X 16 0  
TC=2\*\* 2  
AUE TIME  
5 (E)  
SAMP. TIME  
1.95E-03 S  
WINDOW



DATE TIME  
1979.02.08  
THU  
EXP.NO  
  
PHENOMENON  
  
CAL.FACTOR  
-2.25  
DB /V 01  
-2.25  
DB /V 02  
NO OF DATA  
10240 0  
BLOCK SIZE  
2248  
NO OF LAG  
X 16 4  
TC=2\*\* 2  
AUE TIME  
5 (E)  
SAMP. TIME  
1.95E-03 S  
WINDOW  
HANNING  
COMMENTS  
JEF-16MN  
SYSTEM

図 3.2.10 (b) HeI 9° 波形解析

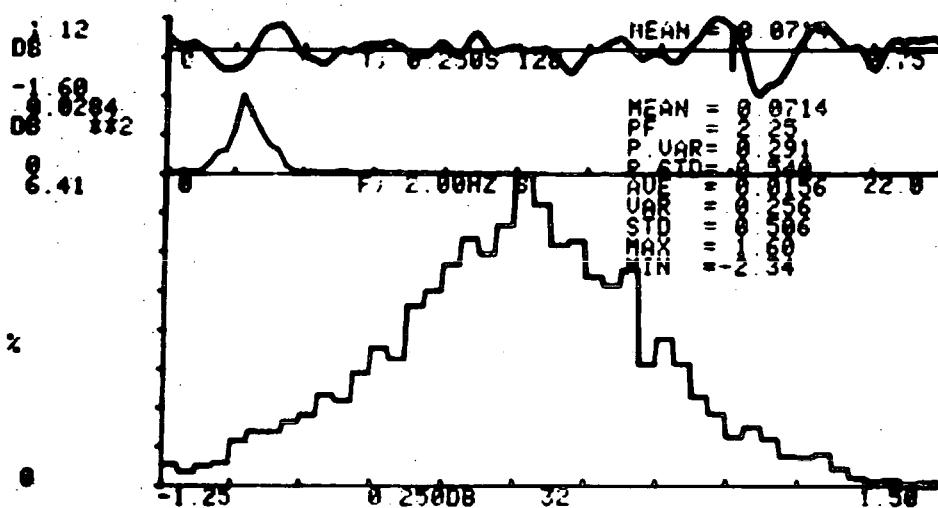
フィールドデータ  $0.6m\phi$   $5^\circ$   $H_{min}$  波  $10cm^{pp}$



DATE TIME  
1977.7.11  
MON  
EXP NO

PHENOMENON  
SEA  
REFLECTION  
FAADING  
CAL FACTOR  
5.41  
DB /U 01  
5.41  
DB /U 02  
NO OF DATA  
10240 0  
BLOCK SIZE  
2048  
NO OF LAG  
X 164 0  
TC=248 2  
AVE TIME  
5 (B)  
SAMP TIME  
1.95E-03 S  
WINDOW

シミュレーション  $0.6m\phi$   $5^\circ$  相当



DATE TIME  
1979.02.09  
THU  
EXP NO

PHENOMENON  
CAL FACTOR  
-2.25  
DB /U 01  
-2.25  
DB /U 02  
NO OF DATA  
10240 0  
BLOCK SIZE  
2048  
NO OF LAG  
X 164 0  
TC=248 2  
AVE TIME  
5 (B)  
SAMP TIME  
1.95E-03 S  
WINDOW  
COMMENT  
JEF-15AN  
SYSTEM

図 3.2.10 (c)  $0.6m\phi$   $5^\circ$  波形解析

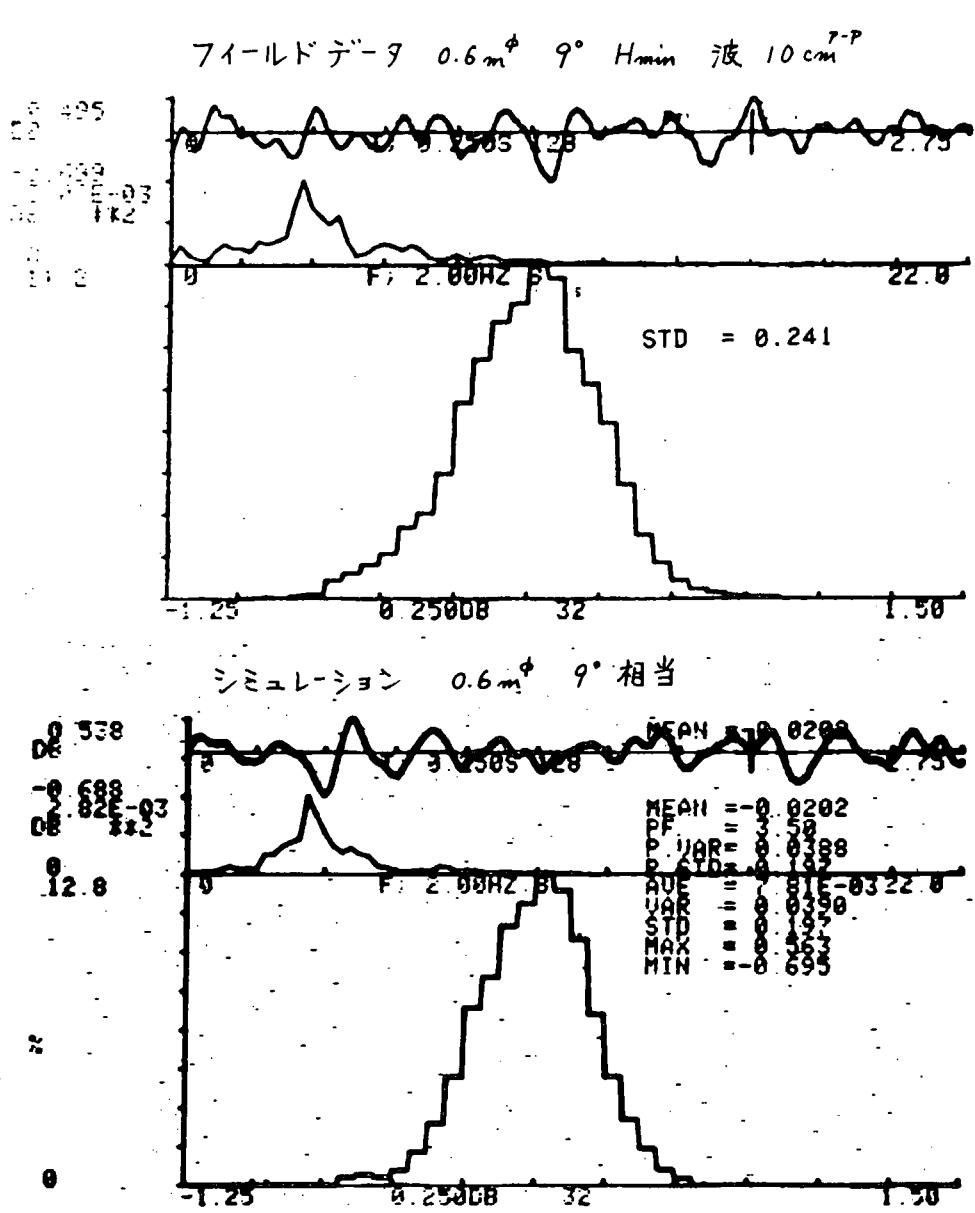
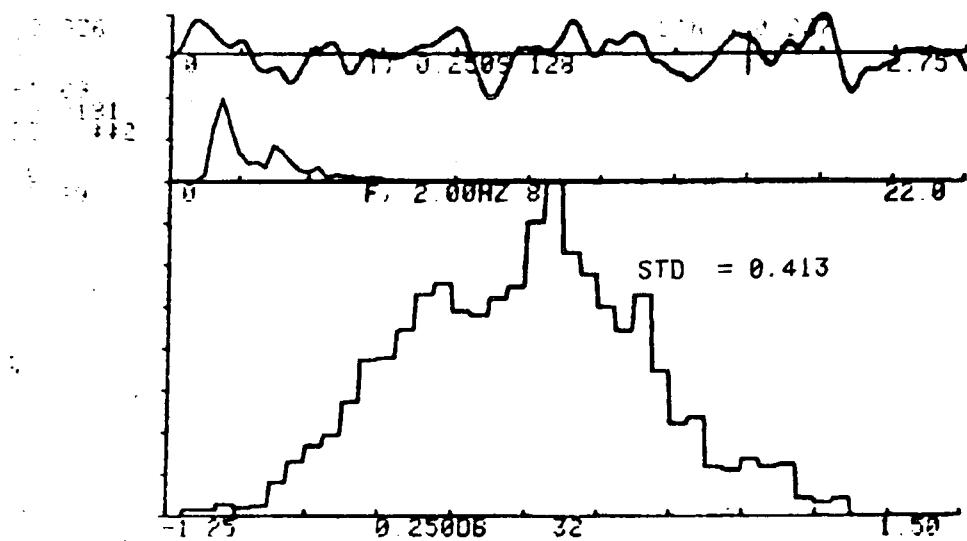


図 3.2.10 (d) 0.6 m $\phi$  9° 波形解析

フィールドデータ  $1.2 \text{ m} \phi$   $5^\circ$  Hmin 波  $13 \text{ cm}$  P-P



シミュレーション  $1.2 \text{ m} \phi$   $5^\circ$  相当

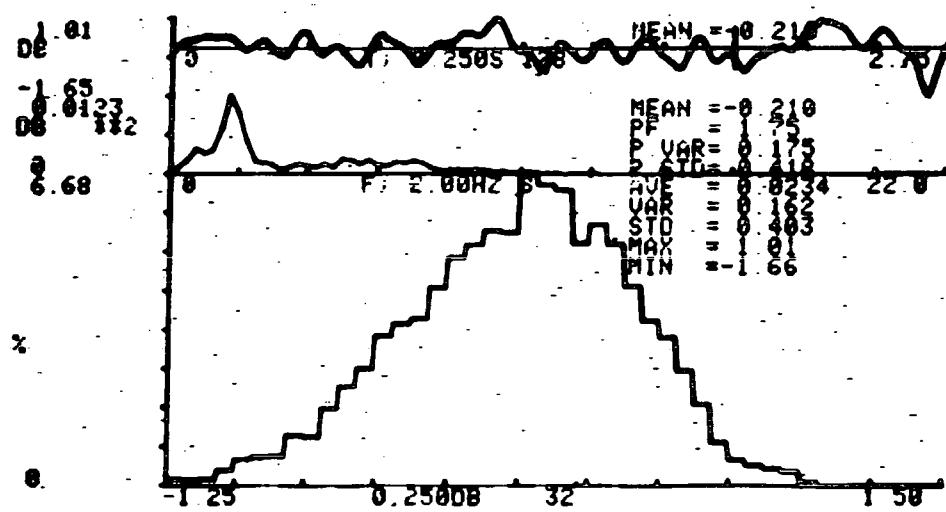


図 3.2.10 (e)  $1.2 \text{ m} \phi$   $5^\circ$  波形解析

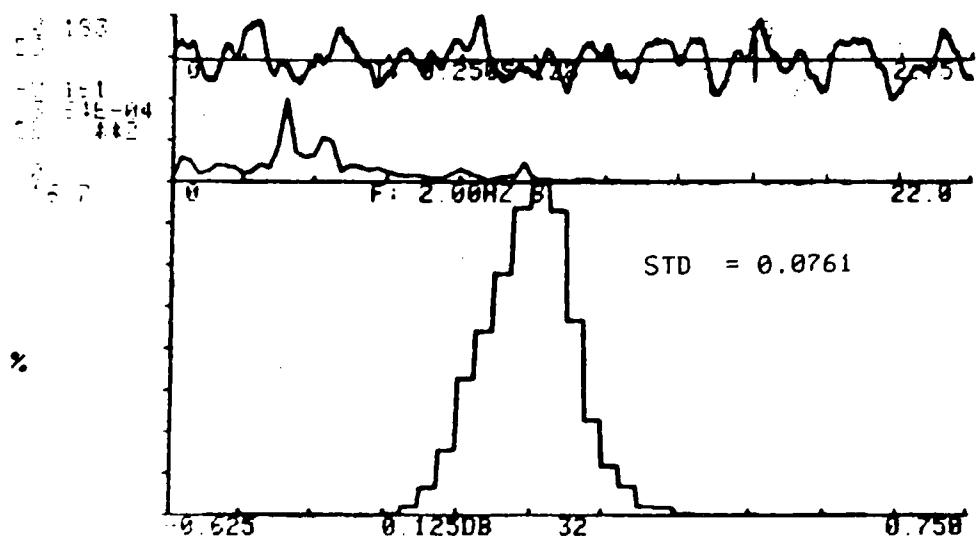
DATE TIME  
1977.7.11  
MON  
EXP. NO

PHENOMENON  
SEA  
REFLECTION  
FADING  
CAL. FACTOR  
5.41  
DB /U  
5.41  
DB /U  
NO OF DATA  
10240  
BLOCK SIZE  
2048  
NO OF LAG  
X 158  
TC=248.2  
AVE TIME  
5 (B)  
SAMP. TIME  
1.95E-03 S  
WINDOW

DATE TIME  
1979.02.08  
THU  
EXP. NO

PHENOMENON  
CAL. FACTOR  
-2.25  
DB /U 01  
-2.25  
DB /U 02  
NO OF DATA  
10240  
BLOCK SIZE  
2048  
NO OF LAG  
X 158  
TC=248.2  
AVE TIME  
5 (B)  
SAMP. TIME  
1.95E-03 S  
WINDOW  
HANNING  
COMMENTS  
JEF-15AH  
SYSTEM

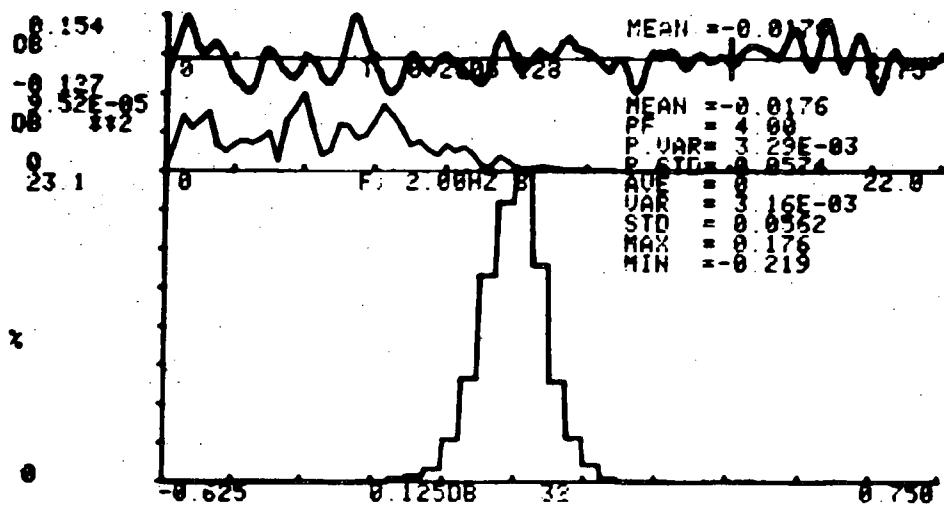
フィールドデータ  $1.2 \text{ m}^{\phi}$   $9^\circ$  Hmin 波  $10 \text{ cm}^{P-P}$



DATE TIME  
1977.7.3  
FRI  
EXP. NO

PHENOMENON  
SEA  
REFLECTION  
FADING  
CAL. FACTOR  
5.41  
DB /V  
5.41  
DB /V  
NO OF DATA  
10240.9  
BLOCK SIZE  
2048  
NO OF LAG  
X 16\* 8  
TC=2\*\* 2  
AVE TIME  
5 (5)  
SAMP TIME  
1.95E-03  
WINDOW

シミュレーション  $1.2 \text{ m}^{\phi}$   $9^\circ$  相当



DATE TIME  
1979.02.08  
THU  
EXP. NO

PHENOMENON  
CAL. FACTOR  
-2.25  
DB /V 01  
-2.25  
DB /V 02  
NO OF DATA  
10240.0  
BLOCK SIZE  
2048  
NO OF LAG  
X 16\* 4  
TC=2\*\* 2  
AUE TIME  
5 (3)  
SAMP TIME  
1.95E-03  
WINDOW  
HANNING  
COMMENTS  
JEF-1-EAH  
SYSTEM

図 3.2.10 (f)  $1.2 \text{ m}^{\phi}$   $9^\circ$  波形解析

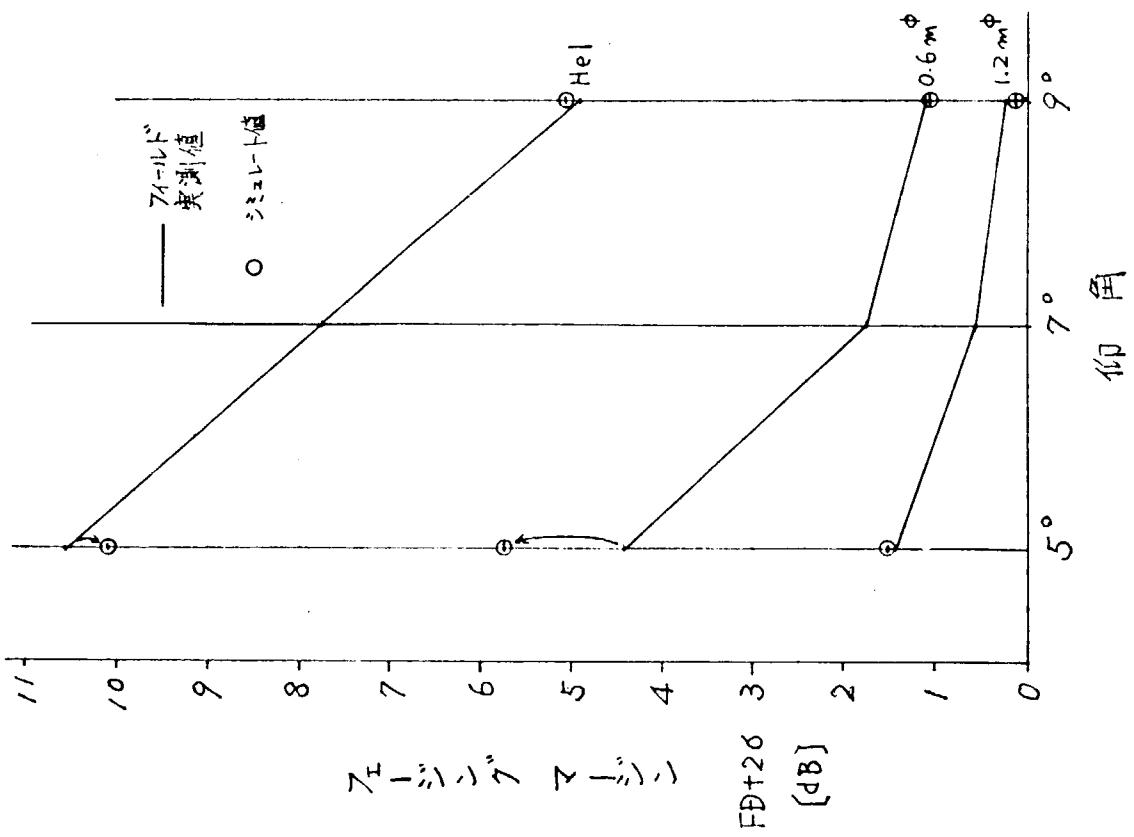


図 3.2.12 仰角対反射成分によるフェージングマージン

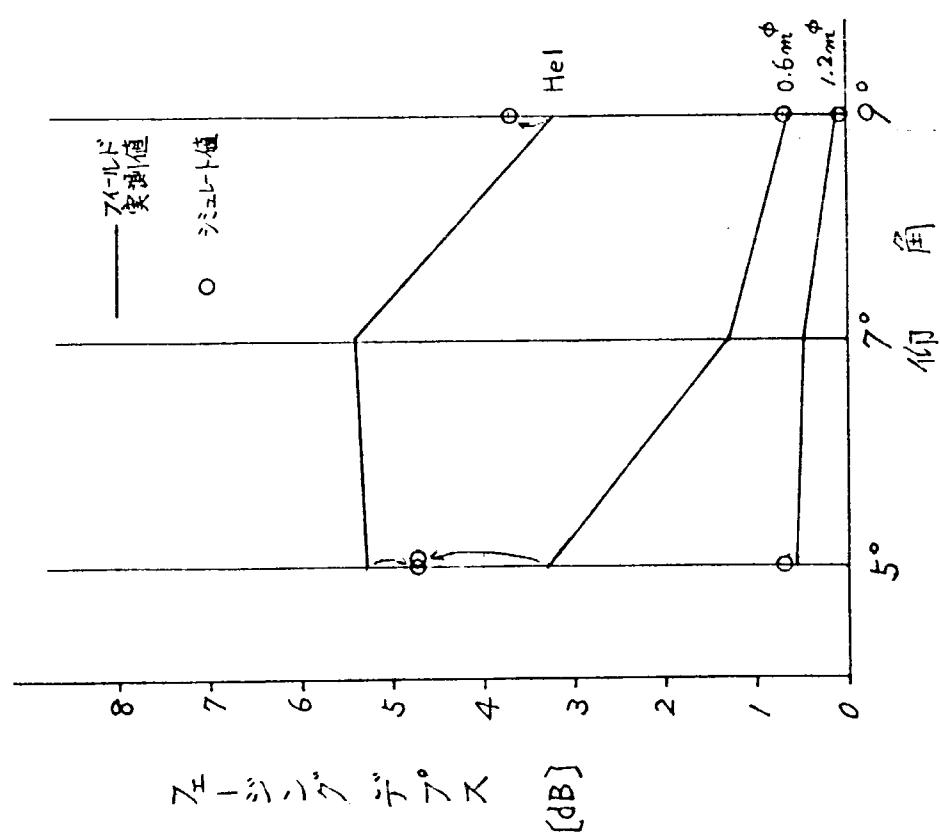


図 3.2.11 仰角対コヒーレント反射成分によるフェージングマージン

(2) テスト(2)

ここでは“78報告書の29ページに対応した高さの変化を加味したシミュレータの解析を行った。

フェーディング・シミュレータの設定値は表3.2.1による他、ローリング・ピッキングに相当するものとして、0～0.1Hzスペクトル一様分布ガウス信号で $10\text{ rad}/\sigma$ の位相変調を与え、フェーディングマージンについて $FD + 2\sigma$ と確率1%のレベル比較を行った。(表3.2.3参照)

図3.2.1 3(a)～(f)は受信レベルをdBリニアで取り込み、波形解析装置内で電圧リニアに換算し表示を行なわせてある。

表3.2.3 フェーディング マージン  $FD + 2\sigma$  と 確率1%レベル  
の比較(いずれもシミュレータ解析)

シミュレータ設定条件		$FD + 2\sigma$ (dB)	確率1%レベル (dB)
アンテナ	仰角		
He I	5°	10.01	7.2
	9°	5.09	3.6
0.6mφ	5°	5.76	4.6
	9°	1.09	0.88
0.9mφ	5°	1.51	1.28
	9°	0.16	0.36

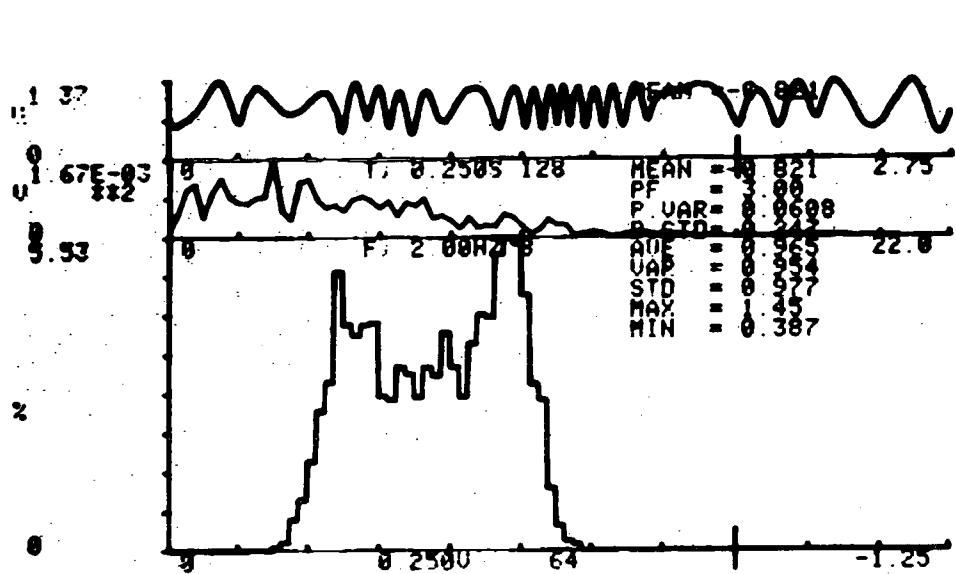


図 3.2.13 (a) He I 5° ローリング・ピッキング付加シミュレーション

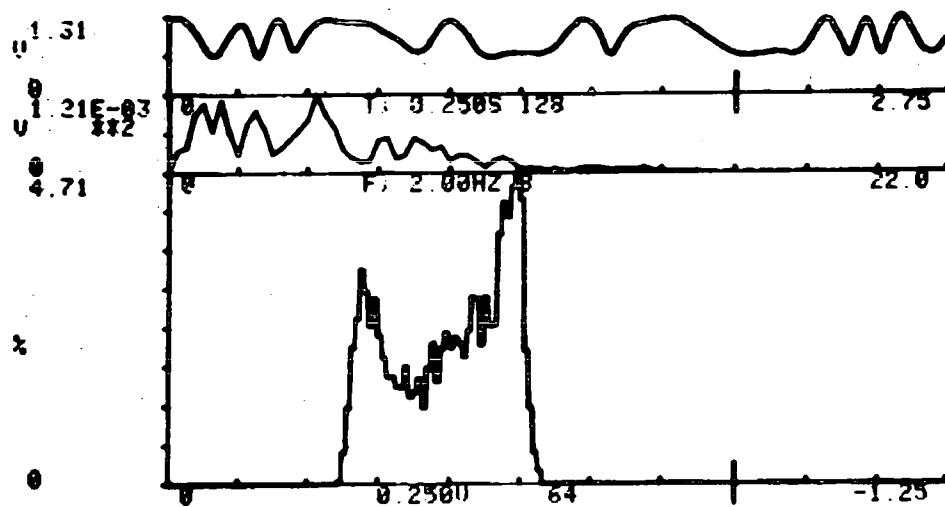


図 3.2.13 (b) He I 9° ローリング・ピッキング付加シミュレーション

COUNT 1  
DF =  
0 250

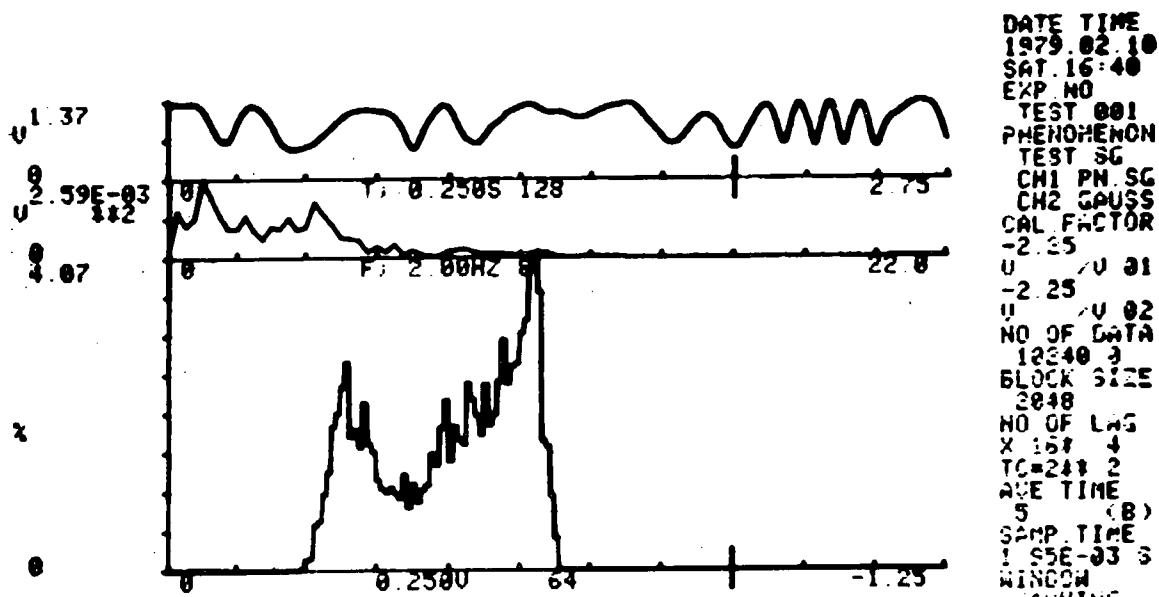


図 3.2.13 (c)  $0.6 \text{ m}\phi$   $5^\circ$  ローリング・ピッキング付加シミュレーション

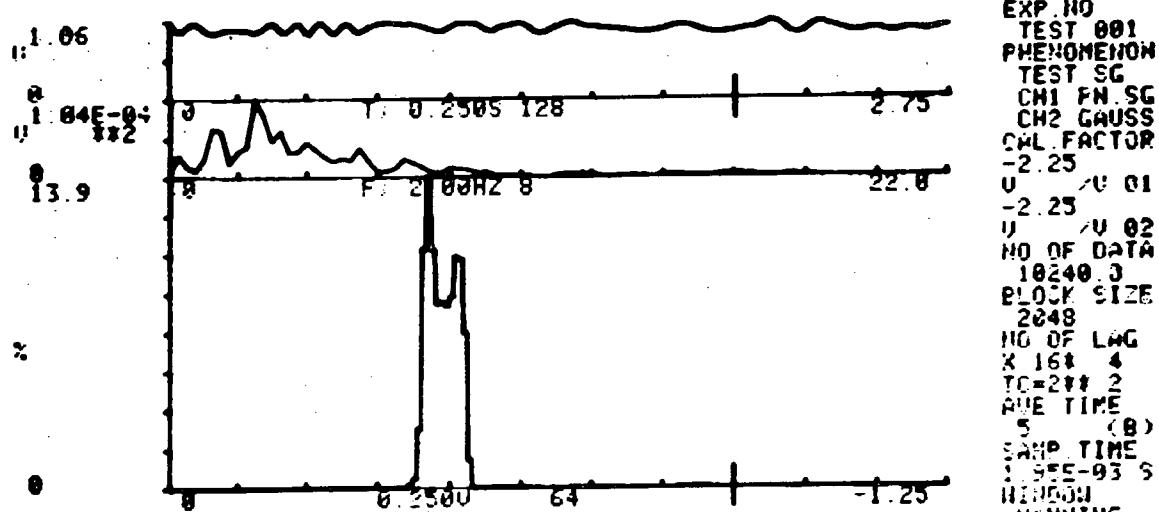


図 3.2.13 (d)  $0.6 \text{ m}\phi$   $9^\circ$  ローリング・ピッキング付加シミュレーション

COUNT : 1  
 $\text{DF}^2$   
 3.250

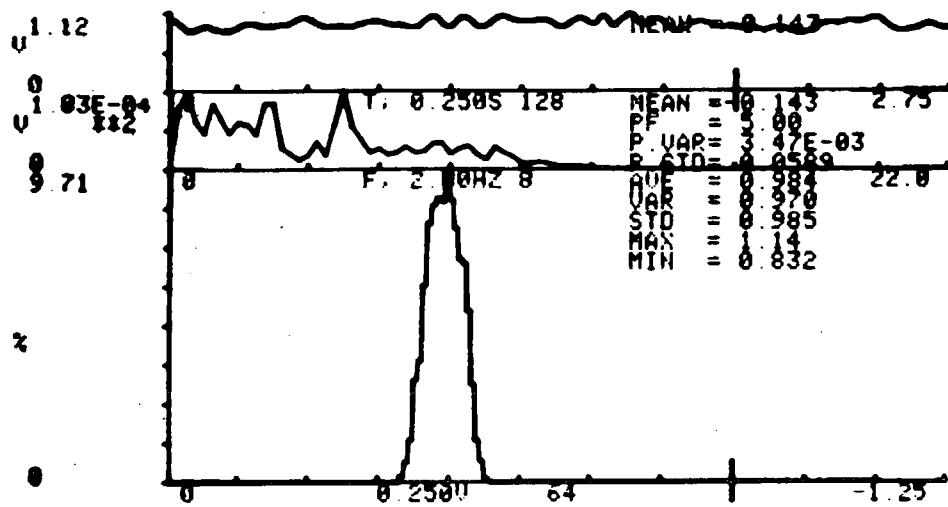


図 3.2.13 (e)  $1.2 \text{ m}\phi$   $5^\circ$  ローリング・ピッキング付加シミュレーション

DATE TIME  
 1979.02.10  
 SAT. 16:40  
 EXP. NO  
 TEST 001  
 PHENOMENON  
 TEST SG  
 CH1 PN SG  
 CH2 GAUSS  
 CAL. FACTOR  
 -2.25  
 U / U 01  
 -2.25  
 U / U 02  
 NO OF DATA  
 10240 0  
 CLOCK SIZE  
 2048  
 NO OF LAG  
 X 1E4 4  
 TC=2% 2  
 AVE TIME  
 -5 (B)  
 SAMP TIME  
 1.95E-03 S  
 WINDOW  
 HANNING  
 COMMENTS  
 JEF-1CAM  
 SYSTEM

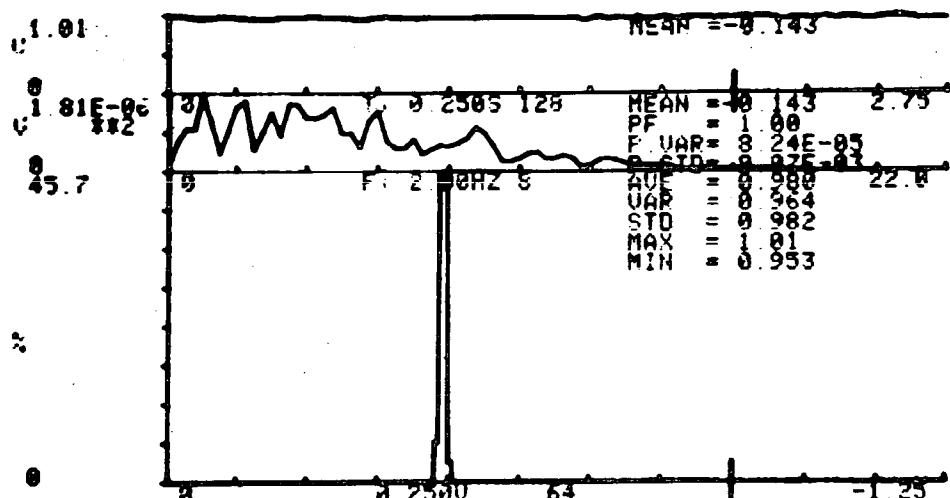


図 3.2.13 (f)  $1.2 \text{ m}\phi$   $9^\circ$  ローリング・ピッキング付加シミュレーション

DATE TIME  
 1979.02.10  
 SAT. 16:40  
 EXP. NO  
 TEST 001  
 PHENOMENON  
 TEST SG  
 CH1 PN SG  
 CH2 GAUSS  
 CAL. FACTOR  
 -2.25  
 U / U 01  
 -2.25  
 U / U 02  
 NO OF DATA  
 10240 0  
 CLOCK SIZE  
 2048  
 NO OF LAG  
 X 1E4 4  
 TC=2% 2  
 AVE TIME  
 -5 (B)  
 SAMP TIME  
 1.95E-03 S  
 WINDOW  
 HANNING  
 COMMENTS  
 JEF-1CAM  
 SYSTEM

COUNT 1  
 0E= 0.250

### 3.2.4 考 察

"78 報告書<sup>1)</sup>で行った“フェージング・シミュレータの設計”をもとに、今回海事衛星通信用フェージング・シミュレータを試作し、その評価試験を行ったのであるが、フィールドデータを再生することではかなり近似させることができた。図3.2.1-1でのフェージング・デブス、図3.2.1-2のフェージングマージンでは、若干異った数値を示しているが、これは、フィードデータを引用したデータのはらつきによるもので、表3.2.1の0.6mΦ5°では、ハイトパターンの最大・最小比7.0dBで、これよりフェージング・デブスを逆算すると4.19dBとなりシミュレート値と近くなる。

フェージング・デブスについては、図3.2.9に回路構成上からの理論値とシミュレート値を示しており、良い一致が得られている。これより、連続可変の減衰器を用いれば、フィールド・データに完全に一致させることは可能である。

周波数スペクトル分布、振幅分布でもかなり近い特性を再生できていると思われるが、フィールド・データの解析では、サンプル数が少なく、シミュレータでも同じサンプル数で解析を行ったが、解析のたびに若干異った特性を示すことから、フィールド・データの解析でもまだまだ不充分な点が見受けられる。

この試作したフェージング・シミュレータにより、任意の外洋条件、使用アンテナでのフェージングを再生させるためには、まだまだ多くのフィールド・データの蓄積が必要である。

注1) “衛星を利用した船舶の運航システム及び船上設備に関する研究報告書、3.宇宙通信の特質とその対策の調査研究”

S R - 1 5 0 研究資料No.285 昭和53年3月社団法人 日本造船研究協会発行

2) 波形解析装置“J E F - 1 6 A N”(株)日本無線製を使用

## 4. 海事衛星のその後の動向

### 4.1 M A R I S A T システム

アメリカの COMSAT General Corp 他 3 社のジョイントベンチャーが運用している M A R I S A T システムは 1976 年に大西洋、太平洋およびインド洋に各 1 個の衛星が打上げられて以来 2 年余りを経過したが、その後、衛星は順調に運用されている。このシステムに加入している利用者の数は昭和 54 年 1 月中旬現在で 169 隻に達しそのうち 12 隻が日本船である。当初約 100 隻の船舶の加入者を一つの区切りとしていた由であるが、その予定を上回る加入が得られたことになる。

このシステムのインド洋衛星は海軍の通信中継用にのみ使用されていたが、昭和 53 年 11 月国際通信電話株の山口衛星通信所にインド洋衛星用のマリサット地上局が開局し、システムのカバレージがインド洋にまで拡大されることになり、とくに日本船には便利になった。この山口局の開局によりインド洋の有効範囲内においてはファクシミリなどの新業務の導入も期待できるようになりつつある。

### 4.2 I N M A R S A T ( 国際海事衛星機構 )

I N M A R S A T は 1976 年 9 月にその設立のためのインマルサット条約と運用協定（何れも 53 年度報告書参照）が合意に達し、署名のために開放された。この条約は 1979 年 7 月までに初期出資率の 95% 以上になる国の参加があれば条約が発効し機構が成立することとなっている。わが国はいちはやくこの機構に加入することをきめ、昭和 52 年（1977 年）11 月には国会で条約の承認が得られたので、11 月 25 日に受諾書を I M C O 事務局長に寄託をした。また、わが国の指定事業体には国際電信電話株が指定された。

機構の発足までの間、条約会議での決議にもとづいてその発足に伴なう準備作業を行なう準備委員会が発足しており、その準備委員会の下に技術、経済・市場・財務および組織の 3 つのパネルが設置された。インマルサットの建設は 1982~1988 年の初期システムと 1989~1995 年の将来システムに分けてその技術特性などが検討されており、初期システムの技術特性は現在の M A R I S A T システムと余り変化なく、ただし、同一衛星に対し複数の地上局で運用されるようになるとされている。提供業務としては電話、テレックス、電報のほか遭難・緊急・安全、ファクシミリ、中速データ、電話・電信専用線、スロースキヤン T V 、放送モード、記録情報サービス、船から陸への 50 ボーデータ伝送などが予定され、無線測位、音声プログラム伝送、4.60 MHz EPIRB などは今後検討されることになっている。

インマルサットは宇宙部分（衛星）を所有し又は賃借できることになっている（条約 6 条）、この機構に衛星を賃貸しようという国際的なジョイントベンチャーを作ろうという動きもあり、インマルサットが如何なる衛星を使うかという話し合いも行なわれている。そのような衛星として、例えば、つぎのようなものも考えられており、これらはいろいろな国の利害もからむので、その動きが活発である。すなわち、衛星の例としてはインテルサットの V 号系の衛星に海事パッケージをのせるもの 3 個程度に加えて欧州宇宙機関（E S A ）が開発中の M A R E C S （以前 M A R O - S と呼ばれていた衛星であるが衛星の母体が O T S - Orbital Test Satellite から E C S - European Communication Satellite に変わったために改称であって、打上げ計画が当初のものから大幅に遅れ、また衛星と地上局との間の回線は 4/6 MHz に変更された） 2 ~ 3 個の組合せなどが検討されている。

### 4.3 海事衛星に関連した実験研究

アメリカの A T S - 6 衛星を使った通信や側位の実験か、米航空宇宙局、米海事局の国立海事研究センターおよび欧州宇宙機関などで行われており、とくに国立海事研究センターでは船舶の運航システムに関する研究や医療援助システムの研究なども行っている。

## 5. 結 言

この報告は、昭和 53 年度に第 150 研究部会が行なった研究の成果を各項目ごとにまとめたものである。第 2 章は、この研究部会の原点に立戻って、衛星を利用した船舶の運航システムを商船および漁船に分けて検討をした。商船については船舶が運航中、船主会社などの事務所との間で必要とする情報の種類と量を更に詳細調査をするとともに、ファクシミリの導入を中心として、陸上集中管理および支援センターの機能などについて検討を加えてある。漁船については商船と異なる通信需要について調査をするとともに、陸上管理および支援システムを現在の漁業無線局との関係をも含めて検討をしてある。

第 3 章の宇宙通信の特質の研究では、かねてから問題になっているアンテナ前方に船体構造物がある場合の電波の遮蔽効果のモデル実験が行なわれ、実際の障害物の大きさとアンテナからの距離に対する許容量を検討するための貴重なデータが得られた。前年度よりその回路構成について検討を続けてきた海事衛星対船舶の L バンド回線のフェージングシミュレータは、その試作を完了して一部の実験が行われた。このシミュレータは今後の衛星回線の設計に必要ないろいろなデータが取得できることが期待されるか、研究期間の関係上この報告にはそれらをのせることはできず、試作装置の紹介と一部実験結果を示すに止まっている。

以上が、本年度の研究の概要である。昭和 49 年に開始されたこの研究は、以後 5 年にわたって継続され、海事衛星の利用面における種々の問題点をとりあげて研究を続けてきた。この報告書にもそれらを要約して付録としてあるが、この間アメリカのマリサットシステムは実用の域に達し、第 4 章でも述べてあるように 12 隻の日本船がこのシステムに参加をしている。しかし、海事衛星の効用は単に通信手段の改善のみに止まるべきでなく、それによって船舶の運航の安全性に大きく寄与をし、更に進んで船舶の運航システムの大きな変革をもたらすものでなければならないであろう。この研究部会の 5 年間の研究はその糸口をつけたに止まつたのは残念であるけれども、今後の研究に期待をしておきたい。

終りに、この 5 年間委員および幹事としてこの研究部会に参加された方がた、並びにこの研究を支援された多くの方がたに対し謝意を表するとともに、事務局の諸氏に対しても感謝をしたい。

## 付 錄

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、昭和49年度より昭和53年度報告書の要約。

### はじめに

この付録は（社）日本造船研究協会第150研究部会が、過去5年間に行った研究の経過と成果とを要約したもので、この研究部会の活動を総合的に把握することを目的としてある。従って、研究成果の詳細は各年度の報告書を参照されたい。なお、この要約の執筆は各研究担当の幹事又は委員をわざらわした関係上、次表に示したようなまとめ方をしてあることをご了承願いたい。

題 目	昭和 4 9 年度	昭和 5 0 年度	昭和 5 1 年度	昭和 5 2 年度	昭和 5 3 年度
1. 海事衛星システムに関する意識度の調査	海事衛星システムに関する意識度の調査				
2. 衛星を利用した船舶の運航システムの研究	船舶運航システムの衛星利用分野とその予測	現行の船舶通信、電波航法の内容と将来の要求条件	(i)衛星を利用した遭難通信システム (ii)運航者に対する経済評価	(i)商船の陸上集中管理・陸上支援システム (ii)漁船の陸上管理・陸上支援システム	
3. 現行の通信方式と衛星通信方式の両立性		現行の通信方式と衛星通信方式の両立性			
4. 通信内容の種別、伝送容量の研究		通信内容の種別とその伝送容量			
5. 宇宙通信の特質とその対策の調査研究		宇宙通信の特質とその対策		(i)海面反射フェージング (ii)フェージングシステム (iii)海上伝搬実験	(i)海面反射フェージング (ii)フェージングシステム (iii)フェージングシステム
6. 装備条件に基づくハードウェアの要求条件					
7. 環境条件の調査					
8. 運用・操作方法の研究					

題 目	昭和 4 9 年度	昭和 5 0 年度	昭和 5 1 年度	昭和 5 2 年度	昭和 5 3 年度
9. 機械的追尾空中線の調査	機械的追尾空中線				
10. 電子的追尾空中線の研究	電子的追尾空中線 研究	レトロディレクティブアレイ空中線の実験	(i) マルチバース環境下の特性 (ii) 放射素子の広角軸比改善		
11. 船上の雑音測定と解析	受信処理系	船上雑音測定機器の試作と実測	船上の雑音測定と解析		
12. 船舶地球局装置の設計評価	船上設備の仕様などの検討	船舶地球局装置の設計及び評価の仕様(暫定案)	ユーザ機器の設計評価(暫定案)	ユーザ機器の設計評価	
13. 海事衛星に関する国際会議とシステム調査	システム調査(その1と2)	インマルサット第1回政府間会議 システム調査(その1と2)	インマルサット政府間会議 議	海事衛星に関する国際会議	その後の動向

## 1. 海事衛星システムに関する意識度の調査

### 1.1 調査の目的

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。

### 1.2 アンケートの依頼先及び回答状況

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%

### 1.3 アンケート結果

アンケートの結果を以下に示す。

#### 質問1. IMO海事衛星を御存知ですか？

- |             |         |
|-------------|---------|
| イ) よく知っている  | 4.5.2 % |
| ロ) 聞いたことがある | 29.0 %  |
| ハ) 幾分知っている  | 25.0 %  |
| ニ) 全く知らない   | 0.8 %   |

#### 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？

- |            |         |
|------------|---------|
| イ) 不充分である  | 9.2.9 % |
| ロ) なんとか使える | 5.1 %   |
| ハ) 充分である   | 2.0 %   |

#### 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。         | 21.8 % |
| ロ) 混雑している。              | 20.0 % |
| ハ) 自動化がしにくい。            | 17.1 % |
| ニ) 通信の範囲が十分でない。         | 16.0 % |
| ホ) 現在は不十分でないが近い将来行きずまる。 | 9.8 %  |
| ヘ) その他                  | 8.2 %  |
| ト) 電力不足                 | 7.0 %  |

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）。 | 9.9% |
| ロ) 事務所や自宅とダイヤル通話で結びたい。      | 9.8% |
| ハ) テレックス                    | 8.9% |
| ニ) 安全及び遭難通信業務               | 8.8% |
| ホ) データ伝送                    | 8.2% |
| ヘ) 位置決定システムをぜひ入れたい。         | 8.1% |
| ト) 遭難発見システムと結びつけて欲しい。       | 6.9% |
| チ) ファクタス（気象その他）             | 6.8% |
| リ) 気象状況を考慮した最適航路を知る。        | 6.3% |
| ヌ) T V受像                    | 6.1% |
| ル) 医療上の勧告も入れたい。             | 5.4% |
| ヲ) 省力化、無人化                  | 4.9% |
| ワ) 人間性改善のため                 | 3.5% |
| カ) ラジオ受信                    | 3.3% |
| ヨ) 定時通話を確保したい。              | 3.0% |

質問4. 海事衛星システムが完成したら利用しますか？

- |                |       |
|----------------|-------|
| イ) 利用したい。      | 84.6% |
| ロ) わからない。      | 11.5% |
| ハ) 利用を考えていらない。 | 3.9%  |

質問4-2 利用を考えていらない理由？

- |                     |     |
|---------------------|-----|
| イ) 経済的に成り立ちがたい。     | 50% |
| ロ) 衛星通信容量と通信の種類が不足。 | 50% |

質問5. 海事衛星を利用する船舶の将来展望

1. 1980年ごろ

- |                     |       |
|---------------------|-------|
| イ) 新造船に採用される。       | 43.5% |
| ロ) 一部の特殊船に利用されるだけ。  | 35.5% |
| ハ) 実験の段階を出ない。       | 15.4% |
| ニ) 広範囲の各種の船舶に使用される。 | 5.6%  |

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。 | 56.7% |
| ロ) 既製の旧船舶にも採用され始めている。           | 38.6% |
| ハ) 1980年ごろとあまり変わらない。            | 4.7%  |

質問は19問行ったが本報告書には重要と思われる8問を掲載した。

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、63% 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。この調査は 5 年前の調査であり、周囲の状勢も相当変化しているのでアンケート結果についてやや動きがあると考えられる。

## 2. 衛星を利用した船舶の運航システムの研究

### 2.1 船舶運航システムの衛星利用分野とその予測

第1年度である昭和49年度では、海事衛星通信の利用について検討する前に先ず船舶通信の現状を把握することとし、船舶局の状況、変遷、特に公衆通信、無線測位及び遭難安全関係通信の現状の概略について取まとめた。

次いで無線電話、テレックス、高速データ通信、ファクシミリ及びテレビ等通信種別毎に海事衛星での利用分野と予測について船主関係委員を対象とした調査結果に基いて推測、結果を列記した。又、これによる運航経済への寄与についても概略考察している。

### 2.2 現行の船舶通信、電波航法の内容と将来の要求条件

昭和50年度では、海事衛星システム設計の基礎要件であるユーザーの要求条件を明確にする事を目的として、前年度に引き続き、現行船舶通信、電波航法の運用の実態について調査を行なった。

商船の通信実績分析では、作業の60%が500kHz聽守、次いでファクシミリによる新聞、気象等の情報入手であり、所謂公衆通信等の通信連絡は非常に件数、時間が少ない事、漁船では、船間連絡通信のウェートが高く、通信密度が濃い事が明らかとなった。

更に現行通信、航法の問題点を調査、通信関係で27項目、航法関係で8項目を摘記している。

以上の調査結果及び船主委員に対するアンケート結果をもとに海事衛星システムに対するユーザーの要求条件を取纏めた。当時は未だMARI SATが実現していない時点のため仲々具体的な発想が出来ず、比較的大まかな要求事項であったが、現在からみてもほぼ妥当なものと思われる。

### 2.3 衛星を利用した遭難通信システムの研究

昭和51年度は、前年度に纏められた要求条件の中、海上における人命、航行の安全を図る為、絶対必要な遭難通信システムの具体的な検討を行なった。そもそも海上無線通信は、上記目的の為、設備及び運用が強制されているにもかかわらず、実態は不満足なものであり、海事衛星機能のもつ種々の秀れた機能を利用して遭難通信システムを改善することが切望されていた。

IMO無線通小委員会で取纏めた「遠い将来の救難システムの必要条件」、GRANシステム等を参考として、各海域ごとに設置する捜索救難センター、同ローカルセンターを中心とするシステムの運用方法、システム構成機器の要件につき記述、更にシステム実現上の問題点についても検討を行なった。

EPIRBの使用周波数についても406MHzとするか、1.6GHzとするか、2MHzの併設を含めて、現実に、未だ成案が得られていない状況であり、今後本システムは更に総合的に検討を続ける必要がある。

### 2.4 運航者に対する海事衛星システムの経済評価

昭和51年度は又海事衛星システムを利用した場合の運航者に対する経済評価についても検討を行なった。

海事衛星専門家パネルで、資料不足のためと云うことで本件について検討していない事でも分る様に、仲々定量的評価がやりにくい状態であるが、La Rosa氏(Exxon)氏の論文等の紹介も加え、設備費用、通信費用等の投資コストと運航関係各費用とのコストセーブを対比した。

比較的定量化可能なものは、乗組員の合理化のみであるが、燃料費、港費等の節減も比較的容易に推測される。又テレックス通信による電報料の軽減も確実であり、総合的にみて充分投資コストをカバーし、利用価値があることが評価される。

## 2.5 船舶（商船）の陸上集中管理並びに陸上支援システムの研究

昭和53年度は、前年迄の4年間に亘る本研究部会の集大成として海事衛星通信システムの機能を十分に生かし、船隊運航の効率向上と乗組員減少に対応した陸上支援を行なう集中管理システムについて検討を行なった。

管理センターを、担当海域就航船に共通した主として航行安全関連の機能をもつ公共集中管理センターと企業別或は企業集団の船隊管理を行なう企業集中管理センターに大別して各々の機能及び必要情報について検討を行なった結果、単に各船の運航関係データの送受による運航管理のみならず、営業関係は勿論、企画、財務関連機能にも陸船間情報伝送が有用なことが立証され、又少人数乗組員に対する陸上支援システムの大きな柱であり安全性維持にも不可欠であることが判明する。

一方、センターの構成について、現状或は今後近い将来に実用されると推測される技術水準による入出力機器等の選定について検討した。特に荷物関係書類等の情報伝送に有効と思われたファクシミリの利用について詳細に検討した結果、現状衛星伝送路では時間的、経済的に伝送出来る書類量に限界があり、データ伝送とするか或は外地積荷等の限定した範囲の伝送に利用するのが妥当との結論を得た。

更に海事衛星を利用する船舶運航管理システムの構想例として米国の海事局プロジェクト等を紹介した。

## 2.6 小型船舶（漁船）の陸上集中管理、陸上支援システムの研究

我国は世界有数の船舶保有国であるが、その中でも小型船舶（漁船）の数が極めて多い。漁船の活動領域は我国の沿岸だけでなく、日本近海を中心としてほぼ太平洋全域に及び、中には遠く印度洋、大西洋に出漁する船舶もある。したがって海事衛星通信システムに対する、これら漁船を含む小型船舶の需要は極めて大きいと考えられる。

海事衛星通信システムが一般化した暁には、漁船に対しても海事衛星を介して陸上集中管理システムからの支援により、操業効率の向上、省力化、安全性の向上等が図られるであろうが、商船と漁船とでは業務内容と船上の装備可能器材がかなり異なるので、漁船用の管理・支援システムの機能および形態は、商船用のシステムとはかなり異なると考えられる。そこで昭和53年度には、漁船の運航システムを商船とは別に取り上げ、小型船舶（漁船）の陸上集中管理、陸上支援システムの研究を行った。

この研究ではまず漁船に必要な伝送情報の種類・内容・情報量の調査を行った結果、情報の種類としては漁種・魚種・海域ごとに多くの組合せがあるが、情報量としては現状では割当通信時間の制限もあって余り多くなく、1隻当たり船発信が1日100字以内程度、陸発信が3日で100字以内程度であることが判明した。

次に小型船舶に装備するのに適した入出力機器についての研究を行い、256字程度のRAMを持つキーボードディスプレイと、FAX受画器兼用サーマルプリンタの組合せが適当と考えられるという結論を得た。また誤り制御方式としては、HDL C手順による再送方式で、フレーム長を0.8秒程度（情報40ビット=5キャラクタ）にすれば、海面反射によるマルチバスの影響を受けた、平均ビット誤り率 $10^{-3}$ 程度の回線でも十分満足に動作する見通しを得た。音声伝送方式についても検討を行い、業務通信用として40~43dB-Hz程度のC/N<sub>0</sub>で最低限の明瞭度の得られる方式を数種比較した。またFAXについても若干検討した。

これらの入出力機器および伝送方式を用いてアクセスする陸上管理・支援センターの主要業務は、日常管理業務を除けば問合せに対して応答するデータバンク的業務となると考えられ、中小船主に対しては漁業無線局がこのサービスを行うようになるのが、衛星通信時代における漁業無線局の役割の一つと考えられるが、海事衛星システムと漁業無線局との両立性に関しては、今後関係官庁の指導のもとに慎重に検討する必要があると思われる。

## 2.7 おわりに

以上5ヶ年に亘り研究を行なった海事衛星を利用したシステムの具体例及びその経済評価等の概要を記載したのであるが、その間、昭和51年にMarisatがサービスインし、更に近々INMARSATも実現する可能性が非常に強くなる等、すっかり状勢が変わってきた。正に当初、夢として考えていたものが現実のものとなって吾々の業務に入り込んできている。

Marisat 装備船隻数が着実に増加しているのはユーザである運航者が現状の不充分なサービス機能下に於ても、尙海事衛星通信の利用価値を認識した結果と思われ関係者としても喜ばしい限りである。

一見するともう利用システムは完備され、充分な様な印象を与えるが、前記各テーマで述べた問題点は殆ど解決されていないのが実情である。特に我国の特殊事情としての小型船の利用増大は衛星機能と密接な関係があり、又安全性向上と漁船操業機密保持の相反する面の調整等、今後共問題として残ることになる。

操作者の法的規制の運用規制の改善等もシステムの経済性改善と共に本システムの普及発展には是非必要であるが、SOLAS等条約改正にからむ問題のため簡単に実現するとは思われない。SARセンターの設立についても今後の長い期間にわたる関係国間の協議が行なわれなければ実現出来ない。

この様に、本海事衛星システムの理想的な利用については法的にも、又技術的にもまだまだ検討を続けなければならない事項が多い。今後共、関係者協力して本システムの改善について努力することとしたい。

### 3. 現行の通信方式と衛星通信方式の両立性

#### 3.1 関連国際法規及び国内法規

船舶の無線通信は本来の目的である海上における人命の安全と船舶の特質である国際性から国際条約、法規および各國政府の法規により規制をうける。

基本的な国際法規はIMOの海上安全条約の付属規則(SOLAS)とITUの国際電気通信条約に付属する無線通信規則(RR)である。わが国においては、船舶安全法、電波法および関連する省令により船舶の種別に応じた無線設備の条件が規定されている。

#### 3.2 現行の船舶無線設備

海事衛星通信の主要対象と考えられる外航の貨物船の無線設備はその船種、運用形体により装備機器の機能あるいは機器構成に各種の形体があり、又、日本の社有船の場合はより完備した構成であり、主送信機2台、受信機3～4台をもち、その他、オートアラーム受信機、ライフボート携帯無線機、VHF無線電話装置、FAX受画機等を設備している。

#### 3.3 衛星通信設備の装備船と非装備船の混在の問題点

遭難・緊急・安全通信は衛星通信と在来通信両立のための重要な点であり、IMOの無線小委員会の作成した将来の救難システムに関する報告に於ても、近い将来の改善のための提案と、海事衛星を含む遠い将来の改善のための要件及び過渡的措置に関して述べている。そのためにも衛星通信設備の装備船は在来方式の設備を併設して衛星通信設備非装備船との両立を計らねばならない。

港務通信及び航行管制に関する通信は港湾内およびその附近において行なわれる船舶と海岸局または船舶相互間の通信で現在VHF主体で運用されており、将来も之で運用されるであろう。海事衛星とは別の範囲と考えられる。

海事衛星通信はその通信品質、即時性、安定性等すべての面でHFより優れた特性で、テレックス、電話、高速データ通信、ファックス等の広範囲のサービスを行うことができる。衛星通信設備を装備した船舶は大部分の公衆通信か衛星経由の通信に移行し、その通信トラフィックも増大すると予想される。

#### 3.4 海事衛星による遭難通報と位置探索

海事衛星は適当なシステムが組入れた場合は、非常に効果的な将来のSARシステムとなる。現在ホーミング等を主体に500kHz、2182kHz、近距離では15.68MHz(F3)を遭難通信として使用している。今後400MHzバンド、LバンドのSAR専用、周波数を決め、信頼度の高いSARシステムの確立が予想される。

#### 3.5 衛星システム加入船の無線設備

海事衛星システムが普及し、法規の改訂が必要となり、無線設備は大幅に変化することが予想されるが、将来の衛星通信設備を装備した無線設備の標準的構成を別表に示す。

(50年度、現行の通信方式と衛星通信方式の両立性の要約である)

将 来 の 無 線 設 備

機 器	数 量	主 要 諸 元
1. 主 設 備 (1) 衛星端局装置 空中線装置、通信装置、および電話機 TTY、FAX、データMODEM等端末機器を含む。 (2) オートアラーム受信機 (3) 聽守用受信機または自動受信機 (4) VHF無線電話装置 (5) 主電源盤	1	複信電話 複信／単信 印刷電信 FAX 高速データ 500kHz無線電信警急信号自動受信 2182kHz無線電話警急信号聽守 F3 156-162MHz 船内電源
2. 補 助 設 備 (1) 補助送信機 (2) 補助受信機 (3) 警急信号発生機 (4) 補助空中線 (5) 受信空中線 (6) 補助電源	1 1 1 1 1 1	405-535kHz A1/A2H 35~50W 2 - 3MHz } A1/A3J 75~100W 4 - 23MHz } A1、A2/A2H、A3J/A3H 100kHz - 30MHz 電信警急信号／電話警急信号自動送信機 高さ10m以上、水平部1.5m以上 傾斜空中線またはホイップ空中線 電池24V 200AH、充電器配電盤
3. 非 常 設 備 (1) 可搬形遭難通信装置 (2) EPIRB (3) 船橋 - 無線室連絡装置 (4) 非常灯、点検灯	1 1 1 1式	衛星システム/2182kHz
4. そ の 他 (1) 計測器・工具 (2) 付属品・予備品	1式 1式	
5. 航 法 機 器 (1) レーダ (2) オメガ受信機 (3) ロランC受信機 (4) 測深機 (5) 電磁ログ、ドッブソン等	2 1 1 1 1	(注) 測位業務が海事衛星に含まれる場合不要となる

#### 4. 通信内容の種別とその伝送容量の研究

##### 4.1 通信内容の種別とその伝送容量

(昭和 50 年度)

###### (1) 海事衛星通信の回線設計

本研究の第一段階として、まず現行の通信と船位測定における電波の利用状況を周波数、電波形式等技術的要件を中心に整理するとともに、海事衛星に対する通信と航法に関して要望されている運用上の要件をまとめた。その結果、放送・TV 関係を除けば、通信回線は音声回線・低速ディジタル回線・高速ディジタル回線の 3 種類に整理できた。

船舶地球局の特性 ( $G/T$ ) を仮定して、前記の各回線に対して、回線数と衛星電力の関係を求めた。

###### (2) 船位測定方式の検討

将来形態として考えられている 2 衛星による測位方式について、測位可能範囲、測距信号および測距誤差について概略の検討を行った。

###### (3) 音声通信における了解度・変調方式・ $C/N_0$ の関係

音声通信では了解度が重要な評価のパラメータであるが、主観評価で求める必要があり、方式検討段階では利用され難い。回線パラメータ（変調方式・ $C/N_0$ ）から求まる明瞭度指数（A I）が明瞭度とかなり良い相関があるということで最近方式検討に使用されている。ここでは、明瞭度と A I の関係および A I と変調方式・ $C/N_0$  の関係を簡単に述べた。

###### (4) デジタル伝送の誤り率と $C/N_0$ の関係

デジタル信号の伝送方式および各方式における誤り率と  $C/N_0$  の関係を簡単に述べた。

#### 4.2 誤り訂正符号の研究

(昭和 51 年度)

50 年度にデジタル伝送の誤り率と  $C/N_0$  の関係を簡単にまとめたが、海事衛星通信回線においては船舶地球局のアンテナの制限や海面反射の影響のため、使用可能限界として相当大きな誤り率を考える必要がある。一方電信、テレタイプ、テレックス、ファクシミリ、データ通信および回線接続信号などに要求される誤り率はそれぞれ異なるが、いずれも回線の限界とすべき誤り率より格段に小さな値となるであろう。そこで誤り訂正符号の適用が考えられるため、一年間研究を行った。

###### (1) 誤り訂正符号

誤り訂正符号の種類と特徴について例を挙げながら簡単に述べた。

###### (2) 誤り訂正符号の評価

誤り訂正能力を 1 情報ビット当りのエネルギー対雑音電力密度 ( $E_b/N_0$ ) に対する誤り率で評価するとともに、ハードウェア量の概算を行い比較した。

###### (3) 海事衛星特有の問題の検討

海事衛星通信システムにおいては、海面からのマルチパス反射を考えるとライスフェージング通信路とを考えることができる。ライスフェージング通信路に誤り訂正符号を通用した場合の改善度を研究した論文を検討した。

衛星通信に使用されて実績のある自己直交符号にインタリープを施したものはある程度経済性を考えた場合に適当な符号の一つであろう。悪い条件で 低い誤り率が要求される場合にはヴィタビ復号法が適当であろう。

#### 4.3 衛星を用いた測位方式

(昭和 52 年度)

50 年度に 2 衛星による測位方式の概略検討を行ったが、この方式は経済的理由からすぐに実現される見通しは少ない。そのため、一つの静止衛星と他の測位方式を組合せた方式を検討した。併せて、Computer Sciences Corporation が米国海事局 (Marad) 向けに検討した無線測位方式の報告書の紹介を行った。

##### (1) 静止衛星と他の方式を組合せた測位方式

すでに提案されている方式の紹介と検討を行ったが、必ずしも目標とする精度が得られないことが判った。

##### (2) 静止衛星とオメガ方式を組合せた新しい測位方式

オメガ方式の位置線 (line of position: LOP) に衛星を利用して得られる LOP を加えることによって精度を改善する方式について、システム構成・信号伝送シーケンス・船舶搭載装置と海岸局装置の構成を検討した。

##### (3) 船位の推定と測位精度

LOP 3 本による推定船位および測位精度の式を求め、改善度を計算した。

##### (4) 太平洋海域における精度改善の検討

オメガ局 8 局と  $175^{\circ}$  W の静止衛星という仮定の下に改善度を計算機ミュレーションによって求めた。その結果として、オメガ方式の誤差が誤差椭円の長半径で 70 % 以下に改善される海域は約 35 % であるというデータが得られた。

## 5. 宇宙通信の特質とその対策の調査研究

### 5.1 概 要

海事衛星を利用して船舶の運航の安全性を向上し、その効率化をはかる場合、船上設備に大きな影響を及ぼすのは、衛星からの電波が海面や船上構造物に反射し、それによって生ずるフェージングに起因する通信の質の劣化である。

この問題については、海上に限らず多くの研究が行なわれ、日本、ノルウェー及び米国などで特に注目して研究されているが、海事衛星通信にそのまま適用するのには不十分なものが多い。

本研究では、先づ調査資料として関連する文献を検討し考察した。その考察結果を参考にし、実際の海事衛星通信に適用できる形で海面反射のフィールド実験を行い、評価を行った。実験の手法並びに評価の一部は、日本政府提案の寄与文書として昭和53年1月 C C I R (国際無線通信諮問委員会) の技術会議に提出され<sup>(1)</sup>、S G 8 (移動業務研究部会) で高く評価され採択された。<sup>(2)</sup> さらに同年6月の C C I R 第14回総会においても無修正で採択された。<sup>(3)</sup>

フィールド実験では種々の制約が存在し、ばらつきの少ない試験を反復して行うことが困難であるばかりでなく、フェージングを生ずる各種要因を分離した形で実験することが不可能であるので、フェージング・シミュレータを開発して前記のフィールド実験と比較評価を行った。

また、船上構造物による遮蔽は、海面反射と同様に通信の質を劣化させるので、海面反射フェージング研究の一部とし実験を行いアンテナの装備条件に関する有益なデータが得られた。

上記の研究は次に示すような過程で実施した。

#### 昭和50年度 調査資料の収集及び解析

実験用小形空中線の試作及び検討

フィールド実験計画案の作成

#### 昭和51年度 海面反射の理論的考察及び解析

海面反射のフィールド実験を実施

#### 昭和52年度 フェージングの理論的解析

フィールド実験結果の分析

フェージング・シミュレータの設計

#### 昭和53年度 プロッキング効果の実験とその結果の検討

フェージングシミュレータの試作及びフィールド実験結果との対比

- 
- (1) Doc. 8/261-E Japan 7 September 1977  
Measurements of Signal Variation due to Sea Reflection and its Analysis
- (2) Doc. 8/456-E Working Group 8-E 18 January 1978  
Signal Level Variation due to Multipath Effect over Links of the Maritime Mobile Satellite Service
- (3) Doc. 8/1091-E 17 March 1978  
Signal Level Variation due to Multipath Effect over Links of the Maritime Mobile Satellite Service.

## 5.2 資料の検討

今までに海面が鏡面状態にある場合とか、波を正弦波としたような特定の場合についての解析は行なわれているが、実験によれば波のある海面での入射波は、ある方向に特に強く反射されることがあるにしても一般に多方向に分散される。また、単純理論では船上アンテナの仰角が大きくなるとフェージングは発生しないことになっているが、風などにより波が移動している海面ではアンテナの仰角がかなり高くなってしまって海面反射の存在が確認されている。これは在来の理論では海面を次のように仮定していることに基因している。

- (1) 海面の分散素子の大きさを入射波長に比して極めて小さいものとしたり、また極めて大きいものとして取扱っている。
- (2) 分散素子の曲面半径を入射波長に対して極めて大きくとっている。
- (3) 多重分散を無視している。
- (4) ダイナミックな海面状態でなく、特定の海面状態をモデルとしている。

衛星通信に影響を及ぼす海面反射について検討した25の文献は、昭和50年度報告書7.2項に示してあるが、これらは次のような系統に分類される。

### 5.2.1 海面反射の理論解析

調査した文献の中では Beckmann と Spizzichino のものが一番詳細に記述しており、他の文献の基礎ともなっている。この中で特に本研究に関係のある項目については、昭和51年度報告書4.2項にその内容が紹介してある。また、ノルウェーによる解析では、衛星と船舶のアンテナ軸比及び船舶アンテナのポアサイト誤差が海面反射に大きな影響を及ぼすことが述べてある。

### 5.2.2 海面反射の実験とその結果の検討

海事衛星通信で海面反射の影響を受け易い仰角5~15°の場合について衛星を用い、1.5GHzで実験した例は米国と西独にもあるが共に文献が未入手である。この他擬似回線を用いてノルウェーとフランスで実験が行われている。ノルウェーではフィヨーラドを利用し、仰角5~15°について海面の反射係数、フランスはバルーンを用いてフェージングの分布及びデータ伝送での影響について検討を加えている。

### 5.2.3 船体反射によるフェージング

23万トンのモデルタンカーを想定し、海事衛星用アンテナの前方の広いデッキから反射してくる電波が、船舶の動説によって、どのように変化するかをコンピュータによってシミュレーションしたものが唯一つの文献である。計算の結果から、信号損失の起り得る角度範囲を示すと共にフェージングの深さがアンテナの指向性によって異なることが示してある。

これらの資料の検討の結果

- (1) 海面が鏡面であればフェージングは計算上10数dBになるが、特定の海域を除いては海面が鏡面状態になることは稀で、実際に波のある海面でのフェージングは、はるかに小さなものとなる。
- (2) アンテナの軸比が悪くなるとフェージングに大きな影響を与えるので、アンテナの設計が大切である。また、アンテナの指向誤差もフェージングを増加させる。
- (3) 正弦波構造で移動している波がある海面からの反射は、いろいろの方向にグレーティングロープ構造を持つので、高仰角で受信する場合にも海面反射を受けることがある。さらにその周波数は、極く僅かだけ偏移する。
- (4) アンテナの装備位置についても十分配慮しないと、船上構造物や甲板から大きなフェージングを生

することができる。

### 5.3 海面反射の実験

フィールド実験の場所を数ヶ所検討調査の上、伊豆半島田子湾を最適地として選定し、昭和52年2月実験を行なった。実験の詳細については、昭和51年報告書4.3.2及び4.3.3結果の解析については、昭和52年報告書3.1.2及び3.1.3に記述してあるが要點は次の通りである。利得が24dBから10dBまでの5種類の受信アンテナを海岸に設置し、湾を隔てた送信アンテナの位置を変えることにより仰角を5°、7°、9°とし、ハイトバターンの測定からコヒーレントな反射波によるフェージングの深さを求め、ハイトバターンの最小点で受信レベルの時間的変化を測定してインコヒーレント成分の標準偏差を求めた。

結果をまとめると次のようになる。

- (1) アンテナが船舶の動揺で上下運動をしている時、実際の船上でのフェージング確率分布は、コヒーレント成分によるものと、インコヒーレント成分によるものと2つの母集団分布から成り立っており、波が静かな場合には確率分布は双峰形となり、海が荒れてくると单峰形となる。
- (2) アンテナを固定した時の分布は、仲上ーライス分布があるいはそれに近いものとなるが、常に直接波が大きいので多くの場合正規分布に近くなる。
- (3) コヒーレント反射成分とインコヒーレント成分を合成してフェージングの評価量を算出した。
- (4) フェージングの深さ及び海面の反射係数について実験値はほぼ計算値と一致した。
- (5) 上向きにボアサイトエラーを持たせるとフェージングは少なくなり、下向きにするとフェージングが増加することが確認された。
- (6) インコヒーレント成分によるフェージングのスペクトラムは、ほぼ1Hz以内に集中し、波の周波数と思われるピークが見られた。

### 5.4 船上構造物によるプロッキング実験

海事衛星通信において、海面反射と共に通信の質を劣化させるのは船上構造物による影響である。船上構造物の大きさや場所は各船ごとに異り、これを一般化することが困難であるため、船上設備の装備上極めて重大な問題であるにもかかわらず、プロッキングによる影響について調査した例は5.2节にも述べたコンピュータシミュレーションによるものが1件あるのみである。

本研究では5.3节に用いた機材を応用し、さらに直径0.1～2.0mの円柱6本を用いてそれらの影響を調査した。

詳細については昭和53年報告書3.1に述べてあるが、現在海事衛星通信に用いられている1.2mΦの受信アンテナを用いた場合、直径0.2m程度の障害物は殆んど影響はない。しかしこれ以上太いものについては、両者の間隔によってはかなりの影響を受けることが分った。また衛星方向に対して20°以上離れている障害物も殆んど影響を及ぼさないことも分った。

### 5.5 フェージングシミュレータ

海事衛星通信伝搬モデルを基準として、実際面に近い船体のローリング、ピッティングなどを直接位相変化としてとらえたフェージングシミュレータを作り、実験データと対比することにより評価した。

伝搬モデルとしては

- (1) 直接波
- (2) コヒーレントな反射波
- (3) 船に近い海域からのインコヒーレント反射波
- (4) 船から遠い海域からのインコヒーレント反射波

の4つの電波が合成され、干渉することによってフレージングが発生するものと考えた。詳細については、昭和53年度報告書3.2に記述してあるが、5.3に述べたフィールド実験に対比し得る結果が得られている。衛星からの円偏波は海面で反射すると偏波面が崩れるので、実験及び解析に当っては、この点にも十分注意すること、シミュレーションでは結合性について考慮を払う必要性があることが分った。5.3に述べたフィールド実験では、十分にデータを取得した筈であったが、シミュレーションの結果では、まだサンプル数が不足であった。この種のフィールド実験を行うことは非常に困難性があり、世界における例も殆んどない。しかしこのシミュレーションにより、今後実験を行う場合の有益な指針が与えられた。

## 6. 装備条件にもとづくハードウェア要求条件

船上設備としてのハードウェアである空中線部、送受信部及び操作部は陸上設備と異り船舶特有の装備上の制約を受ける。

そこで50年度に於いて次の観点から船上設備に要求される条件を調査検討した。

- (1) 空中線部の装備位置及び寸法・重量の制限
- (2) 送受信部・操作部の装備位置及び寸法・重量の制限

その後、国内船・外国船とも海事衛星通信装置を装備した船舶は着実に増加して来ており、従って50年度の検討結果に対し徐々に実船での実績も出つつある。以下に50年度の調査検討事項の概要をその後の状況も加味して要約する。

### 6.1 空中線部の装備位置に関し、50年度では次の二つの場合について検討した。

#### 6.1.1 他の機器配置を変更しないで現状の船舶に空中線部を追加する場合

図6.1.1、図6.1.2及び図6.1.3に既就航船に追加装備した場合の空中線部の装備実例を示すいづれも国内船の場合である。

一方、50年度の検討結果では貨物船、コンテナ船及び大型タンカーについての装備可能場所として7つの装備例が図示されているが、図6.1.1、図6.1.2及び図6.1.3はいづれも基本的にはこれらの装備例と同じである。

すなわち、既就航船の場合、装備可能スペースの制約から、必ずしも理想的な場所は望めないが出来るだけ電気的遮へい部分が少く、かつ他機器からの影響が少い場所が選ばれている。

#### 6.1.2 空中線部を最も良い条件の位置に装備する場合

図6.1.4及び図6.1.5に新造船での装備実例を示す。

50年度の検討結果では最もよい装備場所としてレーダーマストトップに装備することを推奨しているが、今回の実績船での装備例でもそのようにしていることが解る。図6.1.4、図6.1.5共に門型レーダーマストの場合であるが、空中線部を1本のレーダーマストトップに装備する場合は、従来レーダーマストに装備しているレーダースキャナ及び方探、VHF、NNS等のアンテナさらに航海灯など各種信号灯と一緒にまとめるのは、物理的スペース、各機器間の電波干渉及び外観上難しい場合が多い。

#### 6.2 空中線部の寸法及び重量の制限

各社空中線部の寸法は直径及び高さ約2m、重量200kg~300kgであり、これは対象船舶を数千トン以上で考えるならば装備可能である。

しかしながら空中線部は全周見透しのよい位置という条件から、高所に装備することになるであろうから、装備上のスペース、機工事の容易化、就航後の振動及びメインテナンス等を考慮した時及び小型船への装備も考えると今後さらに小形化、軽量化をする必要がある。

#### 6.3 送受信部、操作部の装備位置及び寸法・重量の制限

本機は一般に無線機等の操作と共に通信士が操作する場合が多く、又、テレックスは現在、有資格者（船舶の場合、1級通信士）しか操作出来ない等を考慮すると送受信部及び操作部の装備位置は無線室が一番多くなる。

一方、寸法及び重量の制限については、空中線部に対するほど厳しくはないが、電気機器に対する一般的な要求として小形化、軽量化の努力は必要である。特に小型船の場合は、装備場所が非常に限られるので寸法・重量に対する要求は厳しくなる。

#### 6.4 む す び

先にも述べた通り、海事衛星通信装置を装備した船は増えつつあり、又、メーカーも船舶地球局設備に関する各種装備要領書等を準備し、艦載上の諸要求事項がもらられているが、これらは造船所の要求と相反する場合もある。

今後アンテナの装備位置、無線機、レーダー、方探等電波の相互干渉の影響、振動、メインテナンスなどについて就航船の実績をみつつ船主・造船所、メーカーが協力し、最も合理的な方法を見つけ出していく必要がある。

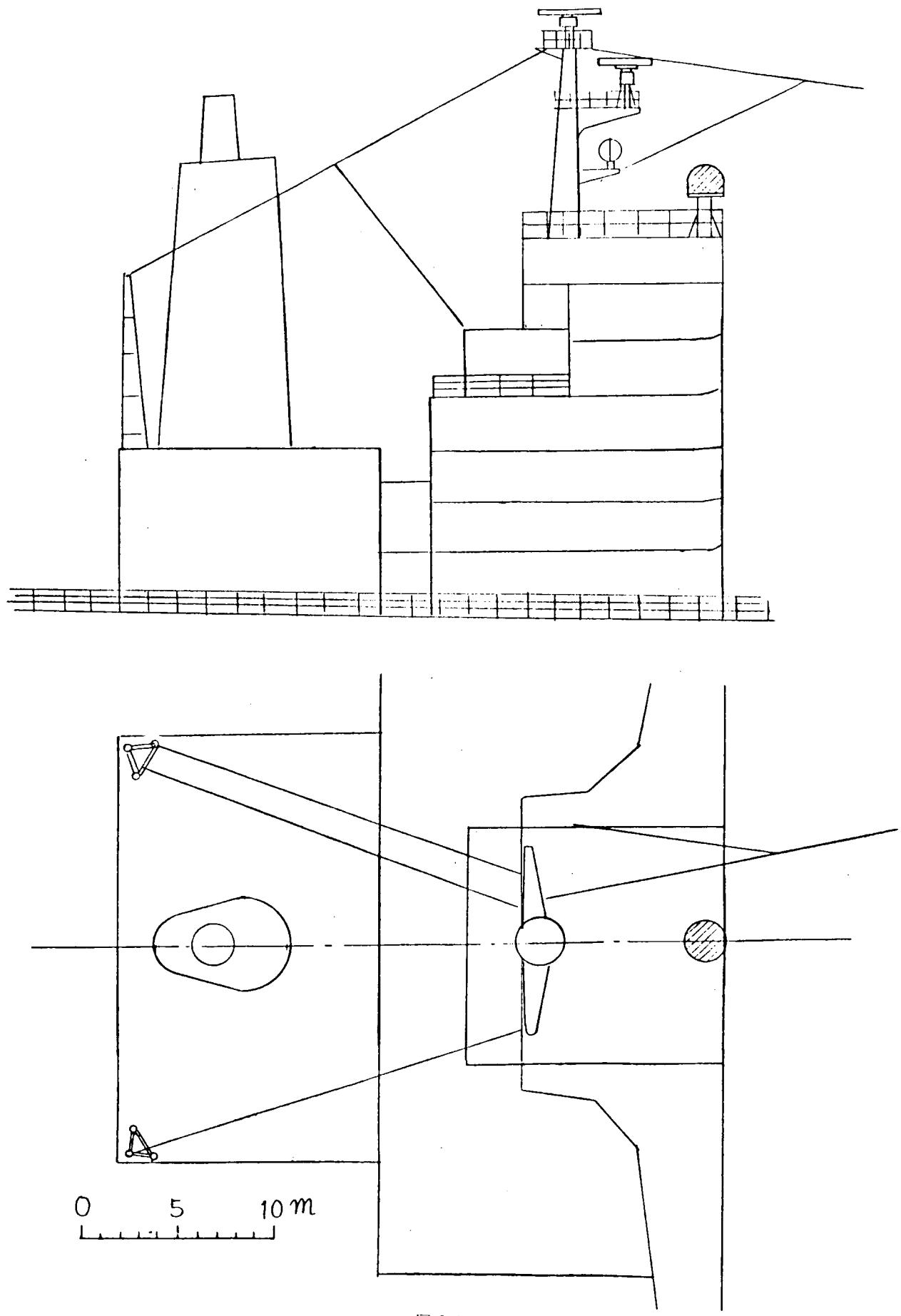


図 6.1.1

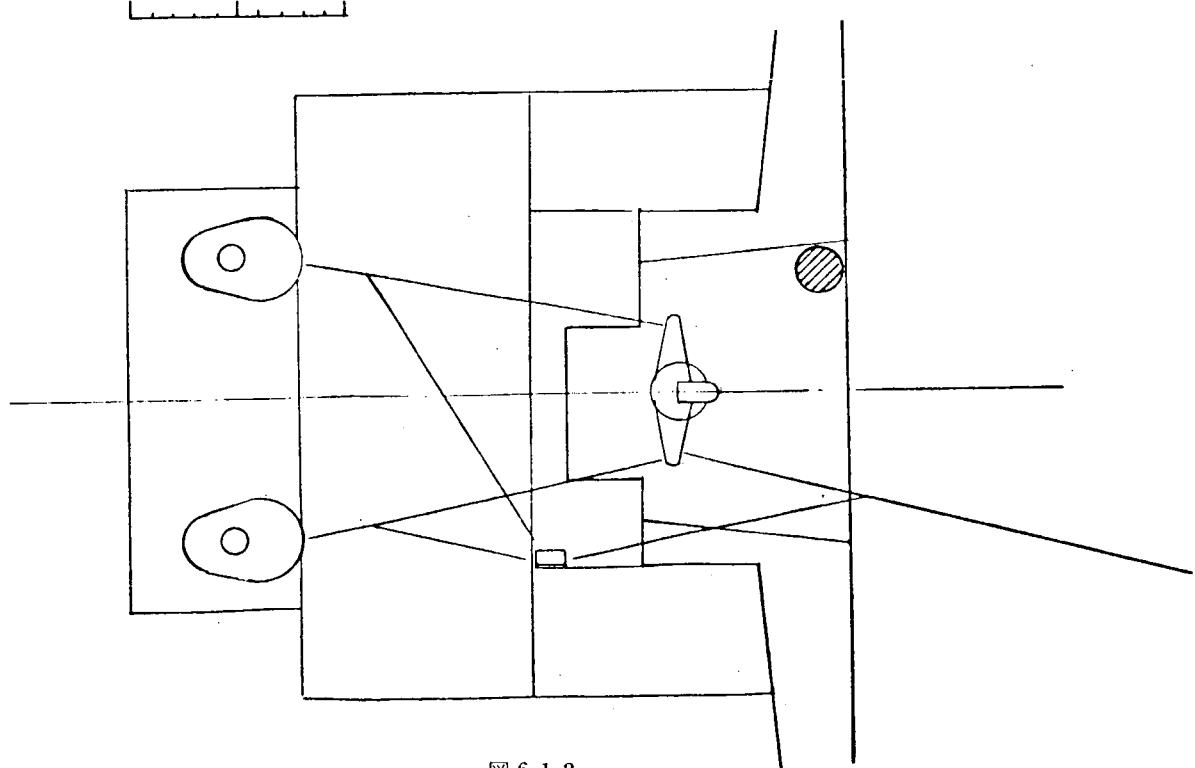
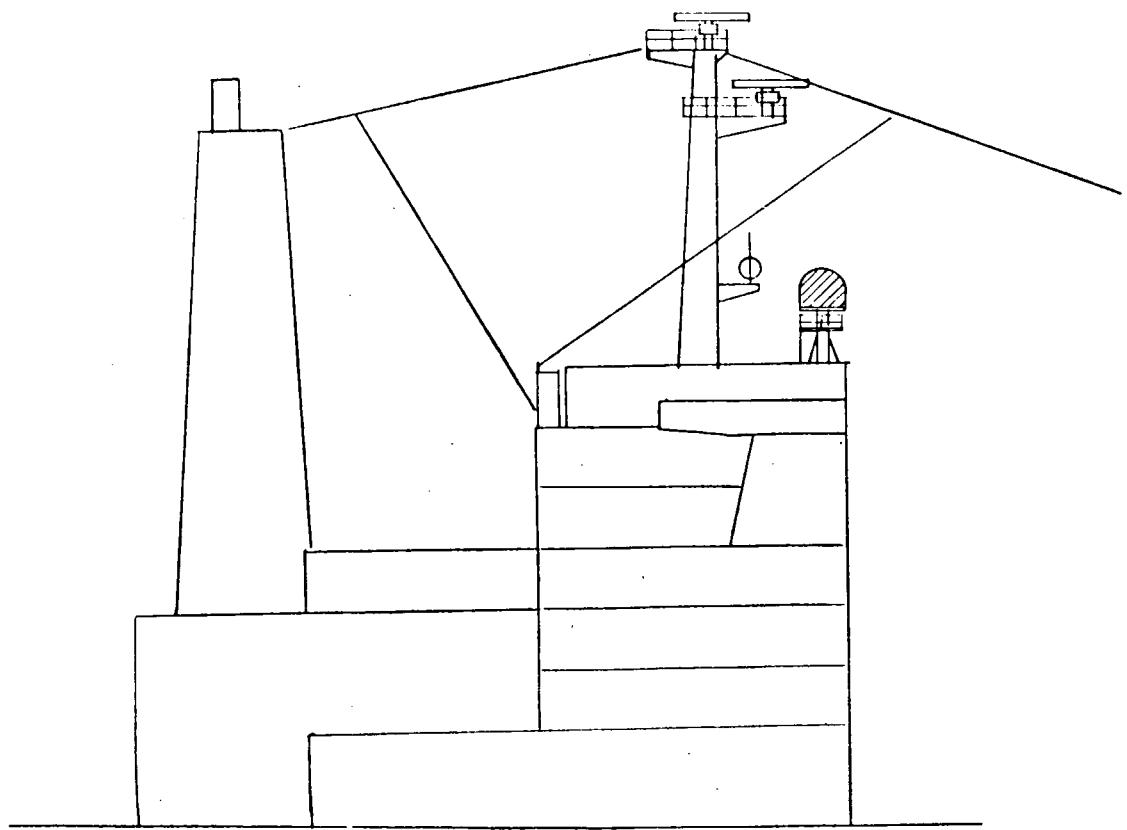


図 6.1.2

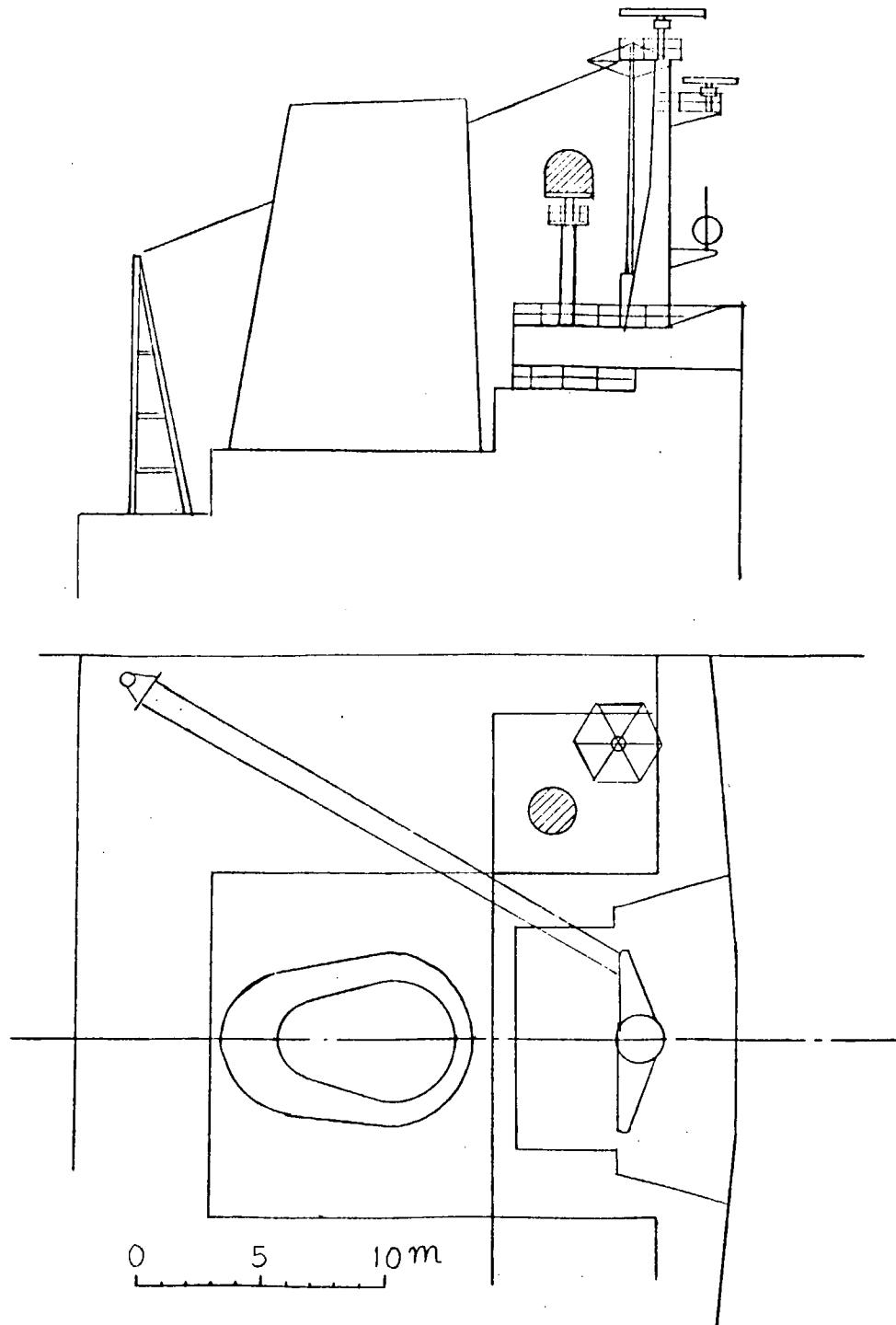


図 6.1.3

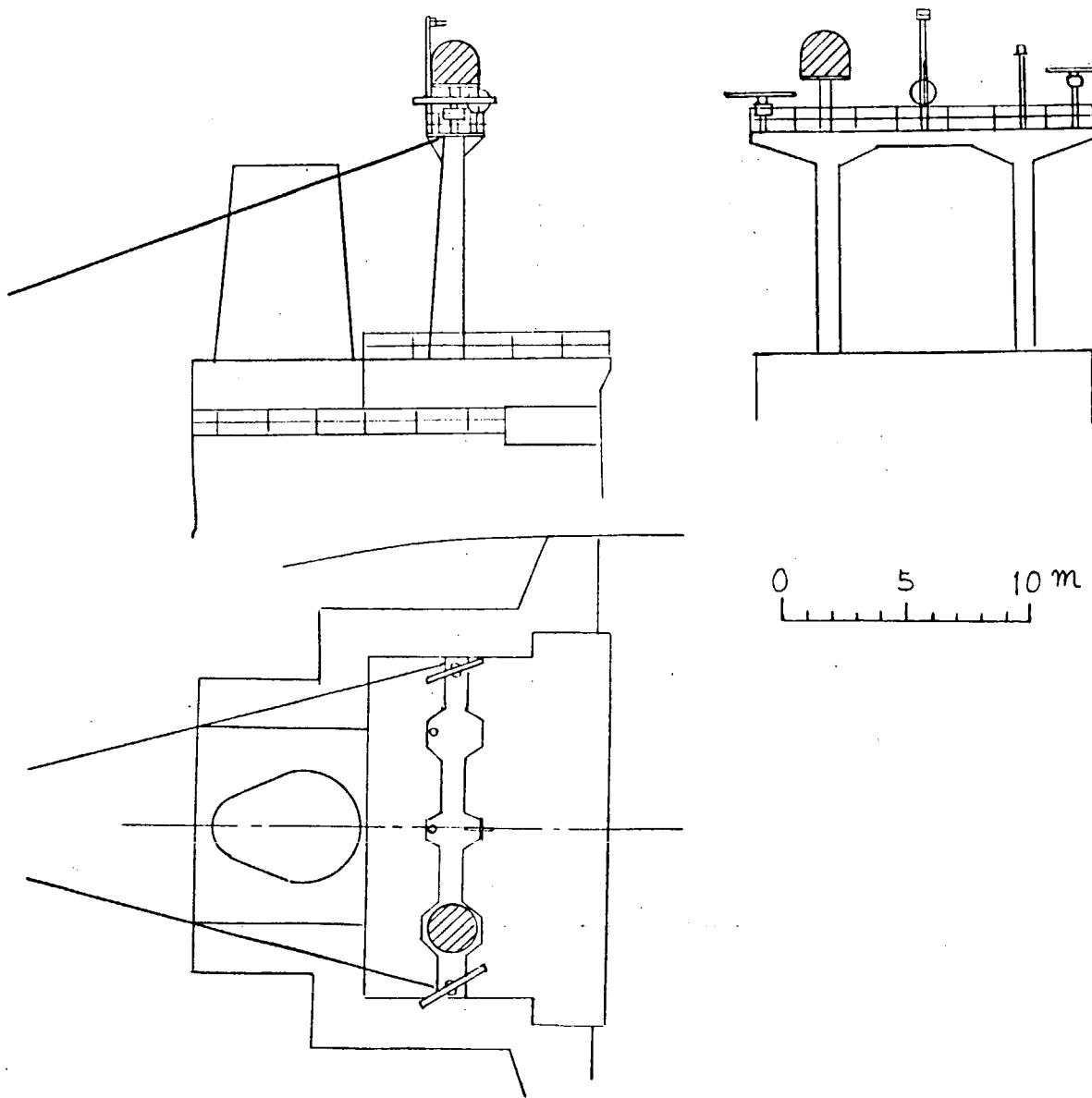


図 6.1.4

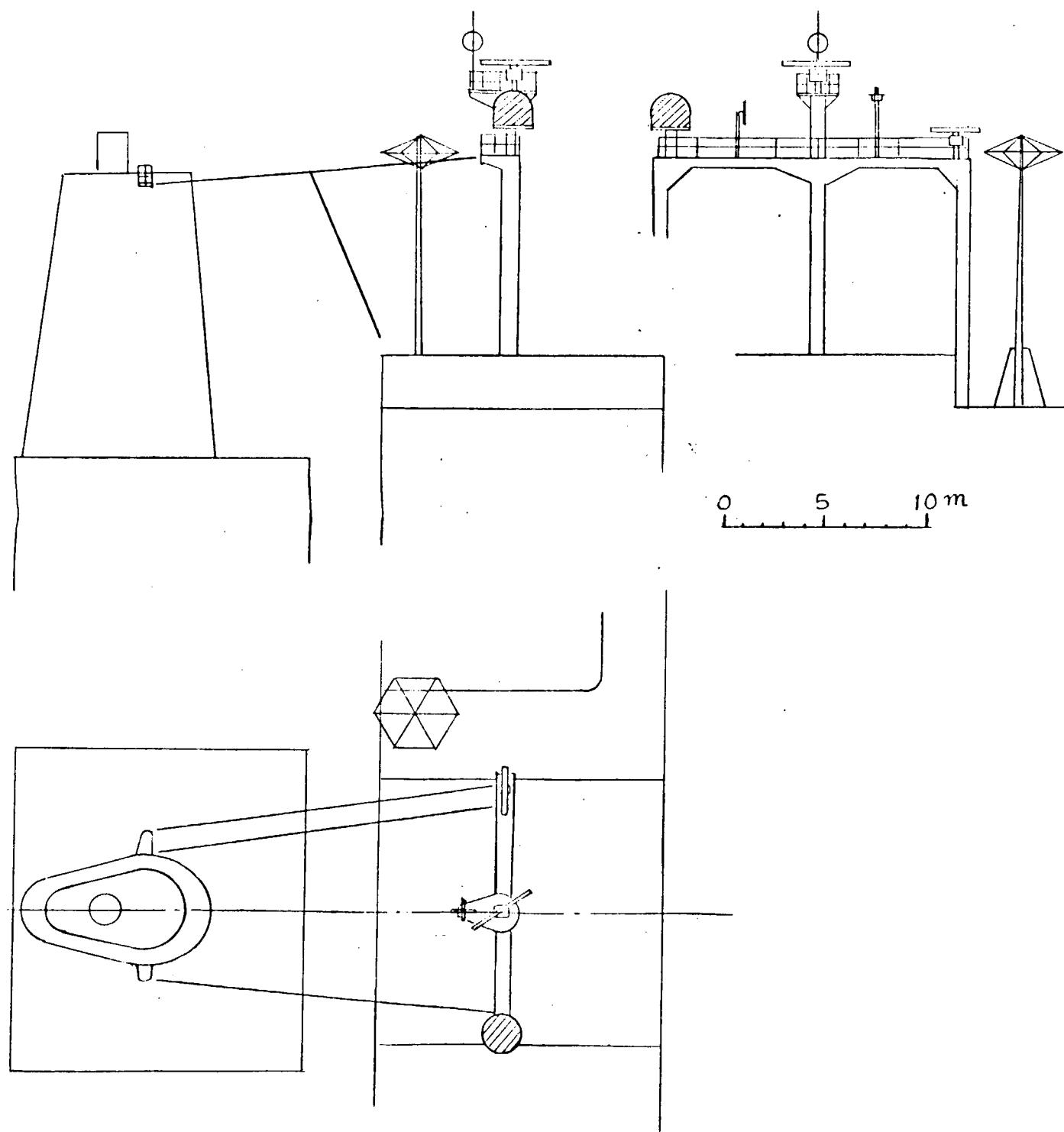


図 6.1.5

## 7. 環境条件の調査

海事衛星の利用に関し、船上設備を実装する場所の周囲温度、湿度、船体の動揺及び傾斜（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した。

### 7.1 周 围 温 度

世界各国の船級協会規則によって周囲温度に関する規則も異なり、また航路によっても異なるが低温についてはN V規格で上甲板場所の周囲温度-25~+55°Cと規定しており、英國D. O. T. の船用レーダ装置に関する耐候及び耐久試験の性能規格では、甲板上装置を-25°Cで12時間放置し、その期間の終りの30分に性能点検を行うこととしている。また高温については、N K規格で+60°Cと規定しており、D. O. T. 規格では+70°Cで10時間放置し、その後+55°Cに下げ2時間の連続作動をさせることとしている。

海事衛星を利用した船舶の航路を限定することは適当でないので、空中線部については基準周囲温度-25°C~+60°Cで満足に作動すること。なお操舵室あるいは無線室等の居住区画内に装備されると思われる送受信部、操作部については基準周囲温度0°C~+55°Cとする。

### 7.2 湿 度

船舶の就航実績によれば、日本一ペルシヤ湾航路において湿度95%以上になるとたびたび発生しており、従来95%という湿度条件が一般的に用いられてきたが相対湿度95~100%の条件下で満足して作動すること。

### 7.3 船体の動揺及び傾斜

船舶の全長、幅等によってこれらの条件は異なるが、各造船所における実測値、経験値および世界的な規則から考えて、横傾斜15°、縦傾斜10°、動揺22.5° 10秒で満足に作動すること。

### 7.4 振 動

従来わが国で考えられていたのは、1~10Hzで両振幅3mm、10~60Hzで片振幅 $150/F^2$ mm ( $F$ =振動数Hz)をベースとしているが、データロガ、主機遠隔操縦装置等の各種自動化機器や超自動化船における制御用コンピュータ等の搭載についても両振幅3mmまでの範囲を1.0Gになる周波数までスイープさせて振動試験を行っている。

これらのことから考え、海事衛星システムにおける空中線部、送受信器等の各機器は、両振幅0~3mmで加速度1.0Gまでの周波数に耐え、満足に作動すること。なお実船実測データによれば8万トンのディーゼルタンカーにおけるレーダマスト頂部の振動は前後方向0.4G、左右方向0.1Gとなることが報告されている。

### 7.5 衝 撃

船舶において衝撃に対する考慮は当然払わなければならないが、一般的に商船の場合、波などによる動揺加速度を問題とし、振動を規定し、衝撃はこれより小さいと考えられている。しかし、空中線部は機器重量とも考え、十分に堅牢な構造でその取付ボルト、取付足などの強度において配慮が払わなければならない。

### 7.6 転舵の場合の船体運動の角速度

表2に各船舶の施回試験時のデータを示す。

7,000 DWT の貨物船と 200,000 DWT タービンタンカーでは角速度  $1.34^{\circ}/sec \sim 0.50^{\circ}/sec$  となっており、海事衛星システムにおける環境条件としては振動、衝撃等に比べ充分に小さいと考えられるが、角速度  $1.5^{\circ}/sec$  に対しても満足な作動をすること。

### 7.7 風 壓

空中線部は風速  $60m/sec$  に耐えられる機械的強度を有していること。

表 1 IC 調査結果による環境条件を示す。

表 1 海事衛星システムの環境条件

	船用電気品の一般条件	海事衛星システムの環境条件
周囲温度 (暴露甲板上)	-10°C ~ 60°C	-25°C~70°C 居住区画内は 0~55°C
湿度	0 ~ 95%	95~100% の湿度でも満足に作動すること。
動 摆	±22.5° 周期 10 秒	±22.5° 周期 10 秒
傾 斜	横 15° 縦 10°	横 15° 縦 10°
振 動	1~10HZ 片振幅 1.5 (mm) 10~60HZ " 150/ $f^2$ (mm) (f = Hz)	片振幅 0~1.5 mm で加速度 1.0G までの周波数に耐え、満足に作動すること。
衝 撃	衝撃に十分耐えること。	衝撃に充分耐えること。
船体運動の角速度	—	1.5°/sec
風 壓	—	空中線部は風圧 $60m/sec$ に耐えること。

表 2. 転舵の場合の船体運動の角速度  
(海上試験成績書より引用)

船 の 種 類	旋回方向	90°転針に要した時間 sec	90°から180°転針に要した時間 sec	角速度(平均) (°/sec)
20万トンタービンタンカー	S	145	167	0.54
	P	146	175	0.51
12万トン "	S	142	140	0.64
	P	142	140	0.64
7.4万トンディーゼルタンカー	S	121	124	0.73
	P	128	126	0.71
4.8万トンタービンタンカー	S	108	104	0.87
	P	110	100	0.90
2.2万トンコンテナ(ディーゼル)	S	83	78	1.15
	P	83	83	1.08
0.7万トン貨物船(ディーゼル)	S	79	73	1.23
	P	71	67	1.34

注 1. 旋回試験におけるデータを示す。

注 2. 満載状態、常用出力で舵角  $35^{\circ}$

(計算結果、バラスト状態に於いても大差ないので満載状態のみを示した)

## 8. 運用・操作方法とその問題点

海上移動業務へ海事衛星を導入する場合、取扱業務の内容によって、船舶通信設備及び運用方法、更に船内就労体制も変ってくるので、それぞれ業務別に衛星通信の導入と、その問題点等について考察する。

### 8.1 海事衛星導入についての考察

#### 8.1.1 公衆通信に於ける導入

現在の公衆通信に於ける問題点としては連絡設定、海岸局の受入れ体制、船舶局及び海岸局の運用時間、対日本通信圏の制限等があげられる。

これに衛星通信を導入した場合、これ等の問題点は殆んど解決されるが、一方、操作が簡単になること、私用通信の秘密保護、受信卓の設置場所、小型船に対する考慮等が必要である。現在の就労体制では、航海中又は停泊中により各部に於ける乗組員の配置が変ってくるので、船上設備の設置場所について検討する必要がある。

船上設備としては、空中線装置と受信卓であるが、受信卓の設置場所として要員が常時在室しており24時間運用に近い体制が取り易い船橋が適当であろう。

船橋以外の場所としては、無線室と船内事務室が考えられるが、それに問題がある。

#### 8.1.2 遭難・緊急・安全等の通信に於ける導入

海上移動業務に於ける遭難・緊急・安全通信及びその他の業務も含め、衛星通信に移行することが望ましく、さもなければ在来船への早期普及は困難と思われる。これ等の通信の問題点としては、最新の船位を通報できるように自動的にインプットされること、船間相互連絡ができること、更に遭難通信等を率領する地球局よりの救助体制の確立等であろう。

#### 8.1.3 漁業通信に於ける導入

漁業通信の場合、船団内通信と船団間通信が、漁業関係情報の交換を行う最も重要な業務通信となっている。更にFAXによる気象、海象の情報交換も含まれているので、船間・船団通信で送受信できることが望ましい。

#### 8.1.4 その他の通信に於ける導入

気象放送業務のように放送形式を取っているものを除いては、一般公衆通信システムを利用できる。船位測定業務が含まれれば、遭難・緊急・安全通信に於ける船位通報業務が合理化される。

### 8.2 衛星通信と現行法規及び船内就労体制との関連

現在の海上移動業務は、国際・国内の関係諸規則の規定により運用されるが、船内就労体制の合理化には、これ等の改正が必要である。

#### 8.2.1 現行関係諸規則

国際電気通信条約及び同附属無線通信規則とSOLAS（海上人命安全条約）の他、国内関係諸規則にそれぞれ規定される。

#### 8.2.2 衛星通信の運用・操作との関連

衛星通信に限らず一般通信も各国の国内規則が優先されるが、入港中でも全面的に運用できることが望まれる。

#### 8.2.3 将來の船内就労体制

衛星通信の導入により可能となる、オンラインシステムにより現在の運航・保全・船内事務・健康等の管理業務をシステム化して、一部を陸上に移管することができる。これに伴い、現在の職制及び船内就労体制は大幅に合理化されることが予測される。

### あとがき

衛星通信装置の導入による就労体制等の合理化のためには、関係諸規則の改正が必要であり、早急に着手することが望まれる。

最近の高度合理化船では、これ等にさきがけて、設備面での合理化対策が施行されつつあり、中央制御方式の採用により無線室および機関制御装置が船橋甲板に配置されるようになったので、このような船舶では、受信卓の設置は無線室が適当であろう。

## 9. 機械的追尾空中線の調査

### 9.1 概 要

近い将来実現を予想される実用的海事衛星システムでは、船舶には動搖に係わらず常に衛星の方向を指向する追尾アンテナの装備が必要である。追尾アンテナには、電子的追尾アンテナと機械的追尾アンテナがあり、前者は機械的な可動部分がなく非常に魅力的であるが、現状では技術的にも経済的にも研究開発を要する点が多い。一方、後者は既に各種の試作が行なわれ、船舶に搭載しての実験も報告されており、システムの運用初期には主にこの方式が使用されるものと思われる。ここでは現在までに提案された各種機械的追尾アンテナのマウント方式と制御方式について比較検討を行なった。本研究は昭和50年度に行なわれたものである。

### 9.2 アンテナ・マウント方式の検討

陸上に設置される機械的追尾アンテナでは、通常、直交した二つの軸を有する二軸マウントが用いられる。二軸の場合、静止衛星を対称とする地球局では殆ど問題となることはないが、固定軸の延長方向(AZ-ELマウントの場合は天頂方向)を高速で移動する目標の追尾が難かしい、所詮、ジンバルロック現象がある。船舶の場合にはローリング・ピッキングによって静止衛星の場合でも見かけ上の目標移動が生じ、その移動速度は可成り大きな値となる。従ってAZ-ELマウントでは天頂方向に、X-Yマウントでは船首尾方向の低仰角に衛星を見るときジンバルロック現象が問題となる。このような二軸マウントに於けるジンバルロックを回避することを主な目的として考えられたのが三軸マウントで、X-YマウントにY'なる第三の回転軸を加え、衛星を船首方向の低仰角に見る時、X-Yマウント全体を前方に傾ける様にしたY'-X-Yマウントと、AZ軸上に直交したCross EL軸を設け、このCross EL軸と直交したEL軸にアンテナを取付けたAZ-Cross EL-ELマウントがある。二軸及び三軸マウントではアンテナ指向角度の表示や指令、動搖角の補正などのために座標変換が必要である。四軸マウントはX-Yマウントで船のローリングおよびピッキングを修正して、ステーブルプラットホームを作り、その上にAZ-ELマウントを設けたもので、回転軸数は多いが座標変換が不要で安定化およびアンテナ方向制御が容易に行なえる利点がある。

### 9.3 アンテナ制御方式の検討

船舶の動搖に対してアンテナの指向方向を制御する方法として、衛星からの電波を用いた自己追尾方式と船舶の動搖を検出して補償する安定制御方式(スタビライザ方式)とがある。安定制御を行なわざ自己追尾のみに頼る方法は、追尾装置が複雑であるほか、アンテナと衛星の間に電波を遮断する建造物・構造物等の障害が入った場合や海面反射等の反射波が大きく追尾機能が一度失われると、受信レベルが回復した後の衛星の再捕捉に問題があり、通信の回復が遅くなる欠点がある。これに対し安定制御方式は受信電波の有無に係わらずアンテナを衛星方向に指向させておくので上述の様な再捕捉の問題は生じない。航行による船舶位置の変化によって生ずる衛星仰角・方位角の変化は最大でも一昼夜当たり10度を越えることはなく、アンテナ指向角の修正は、一日に数回手動で行なっても充分であるが、この修正を自動化するためには、装置の簡単なステップ自己追尾方式を併用することが出来る。

### 9.4 ま と め

以上の検討から、当面考えられるG/T $\geq -4\text{dB K}$ の船舶地球局では、四軸マウントを用いた安定制御方式のアンテナにステップ追尾機能を附加した機械的追尾アンテナが最も実用的な方式と考えられる。

## 1.0. 電子的追尾空中線の研究

### 1.0.1 まえがき

海事衛星システムの船舶地球局では、陸上の地球局と異なり、船舶の動搖および移動に対して、常に空中線を衛星の方向に追尾させる技術が極めて重要である。通常の機械的追尾に代る方式として、可動部分の少ない電子的追尾方式が最近注目を浴びており、軍用等に採用され始めている。そこで昭和50年度から52年度に亘り、電子的追尾方式空中線の研究を行った。

電子的追尾空中線としては、フェーズドアレイとレトロディレクティブ（向逆指向）アレイの2通りが考えられるが、フェーズドアレイは可変移相器の挿入損失がアンテナのG/Tを低下させ、また各移相器の移相量を制御するために動搖検出回路と動搖角度から移相量を計算する回路を必要とし、一般に複雑高価となる。一方レトロディレクティブアレイは位相コンジュゲート（共役）回路により自動的に到来波の方向に送信波の指向特性が向くように位相制御が行われるもので、原理的にフェーズドアレイよりは簡単化される可能性が大きい。そこでレトロディレクティブアレイ空中線をテーマとして取り上げ、理論的検討および基礎実験を行い、船舶地球局装置への実用化の可能性および問題点等を研究した。

### 1.0.2 昭和50年度

昭和50年度はアンテナ素子の選定と、実験用アンテナアレイの設計、および実験的位相コンジュゲート回路の基本設計を行った。アンテナ素子としては、クロスダイポール（ターンスタイル）、スピライアル）、スピライアル、および十字スロットの3種を候補として取上げ、設計、試作、実験を行った。実験の結果±60°の範囲での指向特性の良い点と、相互インピーダンスが小さくてアレイ化し易い点からスピライアルアンテナを選定した。また実験用アレイアンテナは2×8の16素子とし、8素子の方向のみに位相共役回路を8個用いる1次元アレイとし、パイラット周波数1541.5MHz、受信周波数1535.0MHz、送信周波数1654.0MHzとして実験系を設計した。

### 1.0.3 昭和51年度

昭和51年度は、実験用アレイアンテナの試作、位相共役回路の細部設計および試作を完了し、レトロディレクティブ特性の測定実験を行った。その結果、パイラット電波の到来方向に最大の指向特性を持つというレトロディレクティブ特性を実験的に確認することができた。特に、パイラット波を各アンテナ素子の近傍に取付けたプローブを通して模擬的に供給する方法を用いると、パイラット波が反射等で乱されることなくほぼ理論どおりの指向特性が得られた。腕木の先にパイラット波の送信源を置く実験方法の場合は、腕木等による反射波のため、指向特性のサイドローブは理論とは大きく相違するが、メインローブは理論とほぼ一致した。またパイラット波を受信波に重量させて同一アンテナから放射させる。衛星を模擬した実験では、±30°で-2dB以内、±50°で-6dB以内という追尾特性が得られた。

### 1.0.4 昭和52年度

昭和52年度は、マルチバスの影響の検討および広角に亘っての軸比改善の検討を行った。マルチバス特性については、51年度に試作、実験した実験用アレイアンテナについて、理論計算およびブローグ法による実験を行った。その結果、実験値は計算値に良く一致し、反射波のレベルが直接波よりも小さい通常の場合、マルチバス フェージングは一般的の受動アンテナに比べ大幅に小さくなり、海事衛星船舶地球局用として好ましい特性を持つことが明らかとなった。

一方、海面反射波の影響を減らすために、アンテナ素子の軸比は広角度に亘ってできるだけ0dBICに近いことが望ましいが、これについては十字スロットアンテナにモノポールを装荷する方式を理論計算および試作実験により検討し、従来の2線式スピライアルアンテナ(±45°)よりも広い角度(±60°)

ICに亘り、2 dB以下の軸比の得られることが判明した。相互インピーダンスもスパイラルアンテナと同程度以下なので、すぐれた素子と云えるが、周波数特性が狭いので送信用と受信用を分ける必要があると考えられる。

#### 10.5 む す び

3年間の研究により、レトロディレクティブアレイ空中線の基本的性能はほぼ確認できた。本空中線をMARI-SAT用として実用化するには、約55素子の素子数を必要とし、経済性の点で従来のパラボラアンテナ+機械的追尾方式に現在のところ競争し得ない。しかし将来マイクロ波IC技術の進歩により、位相共役回路の低コスト化が達成できれば、数素子程度の低利得空中線から実用化される可能性があると考えられ、INMARSATや国内海上通信衛星の低利得空中線の仕様制定の動きに合せて、今後実用化を検討して行きたい。

### 1.1. 船上の雑音測定と解析

海事衛星船舶地球局を設計及び船上設備として搭載、運用する場合に、その受信機を完全なものとし、システムの効果を十分に發揮させるため、周囲雑音による妨害から設備を守ることが、検討せねばならぬ重要な一課題である。

本研究は、これに先立ち、海事衛星受信帯域において、船上で受信される雑音について、自船の雑音、外部より到来する雑音をも含めて、その性質、大きさ、発生場所等を調査、分析し、周囲雑音を把握することを目的とした。

研究は、昭和50年度“受信処理系の研究”、昭和51年度は“船上雑音測定用機器の試作と実測”昭和52年度では“船上の雑音測定と解析”と題し、3年間に渡って行った。

#### 1.1.1 受信処理系の研究

初年度の受信処理系の研究では、特に船上に装備される種々の電気装置から発生する雑音を対象に、雑音の発生原因にもとづく種類、雑音誘導及び伝搬の仕方、現行の雑音に対する規格と測定法、雑音妨害の対策など雑音に関する基本的な諸問題について調査、考察を行った。

#### 1.1.2 船上雑音測定機器の試作と実測

昭和51年度においては、特にレバンド帯に影響を与えると思われる妨害発生要因の調査及び海外で行われた雑音測定実施例の調査等を行い、これらの結果及び前年度の研究結果を基にして、海事衛星船舶局と同等の特性を持つアンテナ及び低雑音増幅器を使用し、本研究に則した船上雑音測定機の設計、製作を行った。又、試作した雑音測定機の雑音検出感度の評価及び船上雑音測定の予備段階として、陸上において雑音測定を実施した。

これらの調査結果、試作測定機の概要とその雑音検出感度 (noise floor レベル) の理論値と実測値および海岸に近い二測定箇所での結果については、51年度研究成果として報告した。

実験によれば、工場、造船所方向の noise floor レベル (Back ground noise) は、他の方向に比較して 2 dB程度高いこと、駅構内、工場方向より 1.0~1.2 秒の一定周期で発生する間欠的な雑音や新幹線通過時にインパルス性雑音が広域にわたって高レベルで発生すること、又自動車雑音と判別されるものは観測されなかったこと、など多くの興味ある結果を得た。

#### 1.1.3 船上の雑音測定と解析

昭和52年度では、先に作製した雑音測定機を用いて、現在の海事衛星通信システム利用の対象内に入る3種の大型船舶（2隻のコンテナ船及び鉱石油槽船）において、東京、川崎、横浜、大阪、福山など代表的な港湾内と、横浜-大阪間、及び川崎-福山間航行中で船上雑音測定を行った。

実験は、湾内及び外洋での雑音をスペクトラムアナライザと X-Y レコーダによって記録し、雑音の性質と大きさを測定し、現在の M A R I S A T 衛星よりの信号レベルと比較検討した。又狭帯域受信機を用いて、陸上（都市）、海上における noise floor (Back ground noise) を実測し、これらの結果から計算によりアンテナ雑音温度を算出して、陸上、海上における差異について求め、さらに太陽雑音および衛星信号の雑音換算値とも比較検討した。

重なる船上雑音測定結果として

- 実験を行った3種の大型船舶及び外洋航行中測定した数隻の大型船舶からは、識別できる雑音を受信しなかった。
- X、S バンドレーダ及び V H F 無線機からは衛星受信バンド内に入る雑音障害は認められなかった。
- 荷役中のコンテナ専用クレーンや運搬車等からは、顕著な雑音は認められなかった。

- 市街地隣接時にしばしば周期性のある連続性雑音を受信する。そのレベルは、衛星方向のアンテナ仰角においても noise floor レベルより 20 dB 程度高く、衛星受信信号レベルより数 dB 高いものもある。
- 特殊なレーダーと思われる 10~12 秒間隔で発生する間欠的なパルス性雑音が、非常に高レベルで広帯域にわたって発生している。これは衛星受信仰角においても受信信号レベルより数 dB 高くにまで達する。この種の雑音は、沿岸より数 10 Km はなれた洋上においても特定の都市方向で受信する。
- 湾内で船の誘導、荷役作業時に使用される簡易無線機のスプリアス成分が衛星受信バンド内に落込む場合がある。
- 測定に使用したアンテナの雑音温度は、仰角 0~90°において都市内では 147~39°K であり、海上では 95~24°K 程度と推定される。

など従来知られていなかった多くの問題が確認された。

本研究では、雑音発生の場所、雑音の性質とその量の大まかな把握にとどまったが、これらの結果は、将来、種々の雑音による衛星通信回線に与える影響、雑音妨害の対策など究明していく上で、有効に話がされると考える。

## 1.2. 船舶地球局装置の設計評価

### 1.2.1 概要

ユーザ機器である船舶地球局装置の設計にあたり、まず、関連資料の調査からはじめ、特に衛星を利用する船舶搭載機器としての特殊性に鑑み、その主要性能、運用性能、人間工学的性能、保守性能などを、それらの評価をも含めて考慮し、海上公衆通信業務を主とし、遭難通信、無線測位などを考慮した船舶地球局装置の仕様ならびに基本設計の暫定案を作成した。

船舶地球局装置の仕様は、国際海事衛星組織の目的をふまえながらも、最も早く実現されたMARI SATシステムの実績に相当影響されるものと仮定して、当面は特に改める必要のある項目以外はMARI SATシステムのパラメータを前提に遭難通信、無線測位などを考慮して作成した。したがって、国際海事衛星計画が進むにつれ、仕様も遂次訂正して行くべきである。また、衛星を利用する船舶運行システムとのインターフェイスに関する事項は、将来実用システムが具体化された際に適宜追加される必要がある。

次に船舶地球局装置の中で、*Above deck*に設置されるアンテナ装置については、仕様を満足しつつ、極力小形軽量化した設計が望まれるので、これを評価するための資料として、アンテナ装置の小形・軽量化についての必要条件を求め、一例につき試作確認を行った。

### 1.2.2 船舶地球局装置の仕様

一般仕様、受信信号特性、送信信号特性、アンテナ・サブシステム、受信サブシステム、送信サブシステム、アクセス及び制御、環境条件に関する仕様をそれぞれ定めた。

### 1.2.3 船舶地球局装置の基本設計方針

前項で定めた仕様に基づいた基本設計方針の一例として、アンテナ/RF装置と通信端局装置とで構成される船舶地球局装置について、そのアンテナ、電力増幅部、低雑音増幅部、機器間接続用同軸ケーブル、ダイブレクサ、受信部、送信部、アンテナ、制御部、チャネル制御部につきそれぞれ具体的な設計仕様を示した。

### 1.2.4 船舶地球局装置の評価

評価は、1.2.2項に述べた仕様に基づいて設計・製造した装置が仕様性能に対し、すべての点で同等もしくはすぐれていることを立証するために必要である。

現在国際海事衛星システムに使用する船舶地球局装置の評価に関する仕様はまだ定められていないので、ここでは米国すでに実施されているMARI SATシステムにおける形状承認及び運用承認について述べた。

### 1.2.5 空中線系の検討

海事衛星船舶地球局設備のアンテナ装置は、一般にアンテナ、ダイブレクサ、電力増幅器、低雑音増幅器、駆動部、ベース、レドーム等により構成されるが、海事衛星通信システムの回線設計が要求する基本性能を満足させるよう選ばれたアンテナ寸法に対し、いかにすればアンテナ装置全体を小形・軽量に作り得るか、またその限界を明らかにすることは船上装置の設計評価において重要な点であろう。このような観点から設計評価の資料を得る目的で検討した。

#### 1.2.5.1 前提条件

検討対象とするアンテナ形式はパラボラアンテナとし、アンテナ駆動部の軸形式はロール／ピッチ軸上にジマス／エレベーション軸が乗った4軸方式、安定台支持は中央支柱支持方式とした。

#### 1.2.5.2 検討結果

(1) アンテナ装置の外形を定めるレドームの必要寸法形状は

(1) 船体のロール／ピッチ角最大許容値( $\theta$ )

(2) 中央支柱の太さ(P)

(3) アンテナが水平を向いたときの光軸とピッチ／ロール軸との距離(d)によって決まり、特にPが小さいほど小さくなり、重量も減少する。 $\theta=32^\circ$ の場合、 $P=0.1D$ と $0.15D$  ( $D$ はアンテナ直径)について、レドーム体積が最小となるdの値と、そのときのレドーム必要最小寸法は次のようである。

P	d	レドーム			
		直 径	高 さ	表面積	体 積
0.1D	0.07D	1.260D	1.195D	$4.82D^2$	$1.250D^3$
0.15D	0.12D	1.307D	1.187D	$5.03D^2$	$1.345D^3$

(2) 上記理論的検討結果に実用上の考慮を加えた場合のアンテナ装置の1例を試作して検討した。試作品寸法を理論値と比較して示す。

	理論値	実現値
P	0.11D	0.11D
d	0.081D	0.19D
レドーム高さ	1.14D	1.24D
レドーム直径	1.31D	1.33D
レドーム体積	1.30D	1.49D

理論値と実現値の異なるのは、試作装置では、支柱とパラボラとは船体の最大傾斜時における0.026Dの余裕があること、ダイブレクサ、電力増幅器、低雑音増幅器の配置はアンテナに極力近づけるためdを大きくとったことなどが主な理由である。

この試験装置はバッシュフライホイール安定方式で作られ、動搖安定性を試験した結果、ロール±30°、周期13秒、ピッチ±10°、周期9秒の条件での残留動搖値が、ロール±0.5°、ピッチ±0.3°程度であり実用可能な値であった。

## 13. 海事衛星に関する国際会議とシステム調査

### 13.1 まえがき

本章は IMCO を中心とした国際会議として第 4 回と第 5 回の海事衛星専門家パネルおよび第一回と第二回政府間会議に加えて、IEE 主催の国際学会が紹介してある。さらに海事システム研究の調査を行ない、その動向について考察した。

### 13.2 昭和 49 年度報告書

昭和 49 年度報告書の内容は、海事衛星システムの必要性と、海事衛星に関する組織上、技術上、経済上および運用上などの動向を調査し、海事衛星の開発に伴う種々の問題点の分析をなし、さらに今後の当研究部会における研究の調査の進め方を検討した。

#### 13.2.1 海事衛星システムの調査（その一）IMCO 関係

##### (1) 海事衛星を必要とする背景

IMCO の海事衛星専門家パネルがまとめた報告書を参考にして、海事衛星システムを必要とする理由を考察した。

現用の HF 帯を用いた船舶通信は電波伝ばん上通信時間や通信可能地域に制限があり、フェージングや混信妨害などからも高品質で信頼性のある通信ができなかつた。衛星通信の導入で、より信頼性のある通信が常時確保でき、通信の自動化、データ伝送あるいは船位測定など新しい通信技術が導入できることなどから、船舶運航と安全への寄与、運航効率の向上および乗員の生活環境の改善などが期待できる。

##### (2) 第 4 回海事衛星専門家パネルまでの経緯

IMCO は第 24 回海上安全委員会（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の決定を行ない、第 25 回海上安全委員会（1972.8）でその設定が正式に決定され、国際海事衛星システム設立のための準備が開始された。

本節は 1972 年 7 月の第 1 回専門家パネルから第 4 回専門家パネルまでの間におけるパネルの日、時、場所、構成および審議内容について紹介している。

第 4 回専門家パネルまでの審議結果が Provisional Report MARSAT IV (POE レポートと呼ばれる) としてまとめられた。

##### (3) 第 5 回専門家パネル

1974 年 9 月にロンドンで第 5 回専門家パネルが開催された。我が国から 9 名の代表が出席した。当、SR150 研究部会からは鈴木務幹事をパネルに出席させた。

パネルは POE レポートの内容の審議を中心にして進められ、国際海衛星システム (INMARSAT) の組織上、技術上、経済上の問題が審議された。特にシステムを公衆通信を主とした民営（法人を含めて）とするか、政府が全責任を負う国営組織として海難防止、航行安全を主とするシステムとするかに議論が二分された。

船上局アンテナの大きさ (G/T) が技術上の討議の中心となった。

##### (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

第 5 回専門家パネルで POE レポートの検討をなし、来るべく「海事衛星システム設立のための国際会議への報告書」としてまとめられた文書、MARSAT/CONF/3 の内容の概要紹介である。目次は次の通りである。

#### 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議定書案

### 13.2.2 海事衛星システムの調査（その二）技術の現状と現在計画中のシステムの調査

#### (1) システム研究

我が国と外国においてこれまで行なわれてきた海事衛星に関する研究の経緯の紹介およびシステム構成の概要を紹介した。

#### (2) 衛星技術

海事衛星システムとして設計上必要な技術的要件、問題点などをMARI SAT、MAROTS および INTELSAT のデータを参考にしながら解説した。本節では打上ロケット、衛星本体、テレメトリ・コマンド系などを主として紹介した。

#### (3) 地上局技術

本節では、海事衛星システムの海岸局用の技術について、アンテナ、周波数帯域、アクセスの方法、変調方式などの技術を紹介している。

#### (4) 船上局技術

海事衛星用船上搭載機器について論じている。MARI SAT を参考にして、船上アンテナの制御方法、電子的制御アンテナの可能性、テレグラフィ専用小形船上局についての提案などがなされている。

#### (5) 変調方式その他

海事衛星用に適する信号の変調方式について、CCIR のレポート、IEEE あるいは IEE などの研究結果を参考にして検討を行なった。FM、△M/2 $\phi$ DPSK、PCM/2 $\phi$ DPSK、PDM など各種変調方式の優劣を検討した。

#### (6) 海事衛星の公共的利用技術

遭難通信、無線測位など海事衛星の公共的利用の可能性を論じた。これらの目的に海事衛星は利用可能であり期待できることが述べてある。

#### (7) 電波の海面反射の影響

海面反射による影響が問題となり、今後の研究が必要である。

#### (8) 海事衛星計画

MARI SAT、MAROTS および INTELSAT について、システムの概要を解説している。

### 13.2.3 問題点とその検討

今後、国際海事衛星システムを成立させ、その機能が十分に発揮できるようにするために考慮すべき問題点を列挙した。

IMCO の国際会議に対処すべき問題、経済的評価のための問題、技術的に検討を要する問題および我が国全体として海事衛星関係者が十分考慮を払い、かつ検討を加える必要があると思われる問題点を列挙して、今後海事衛星の研究をすすめる上での指針を与えた。

### 1.3.3 昭和50年度報告書

#### 1.3.3.1 海事衛星システムの調査（その1）IMCO関係

##### (1) 國際海事衛星システム設立に関する第1回政府間会議

過去5回開かれた専門家パネルで検討して作成されたPOEレポートを参考にして、第1回政府間会議が昭和50年4月23日～5月9日、ロンドンで開催された。本節は会議の概要、審議内容、残された問題点などを調査報告した。

今回の会議では、最終的な国際海事衛星システム設立の合意に到達できなかった。次回の第2回会議の日程と中間作業部会を開くことの合意に関する二件の会議決議と、港湾制限水域内で船上局を運用できることとするための勧告案を1件採用したのに止どまった。

##### (2) 中間作業部会及び法律専門家会議の概要

第1回政府間会議で合意が得られなかつた事項を検討する中間作業部会が3回開催された。

第1回中間作業部会（ISWG-I）、1975年8月にロンドンで開催され、政府と指定事業体との関係、総会と理事会との権限の配分、国際協定の形式と数、調達政策の4項目について討議を行なつた。

第2回中間作業部会（ISWG-II）、1975年10月ロンドンにおいて、第1回中間作業部会で合意が得られなかつた「総会と理事会の権限の配分」について審議したが合意に達しなかつた。

第3回中間作業部会（ISWG-III）、1975年12月オランダ、ノルトビックで開催された。今回は、第1回と第2回のISWGで検討されなかつた事項、ISWGに提出された修正案、出資率や資本限度額、発明と技術情報について審議した。

法律専門家会議、1975年9月ノルウェー、オスロで開催された。権利及び義務に関する規定など法律問題6項目の検討を行なつた。

#### 1.3.3.2 国際海事衛星システム設立に関する第2回政府間会議

1976年2月9日～27日、ロンドンにおいて第2回政府間会議が開催された。当SR150部会から茂在寅男委員が出席した。本会議において検討されるべき議題として、

##### (i) 海事衛星システムの設立に関する研究、すなわちIMCO専門家パネルの報告書の検討

##### (ii) 国際海事衛星システムの設立に関する審議

##### (iii) 上記議題の結論に照して、

###### (a) システム設立の組織上の取り決めに関する審議

###### (b) 上記(a)を発効させるための文書およびその他の勧告の採択

を行なつた。

今回の会議では、初期出資率の配分などの難問の解決をみたが、次の三項目の合意が得られず、第3回会議に持越しとなつた。それらは、

(A) 第14条（理事会の機能）のうち、出資投票について、一定の制限を設けることについての合意が得られなかつた。米国は条件付30%制限を、ソ連は20%を主張したため合意できなかつた。

(B) 新第32条第5項に、条約に関する批准受諾または承認に関する「留保」の問題が含まれており、この件の合意が得られなかつた。

(C) 新36条の使用国語に関して、スペイン語の採択可否について議場が混乱し、この条文が否定されたので、新しく条文を作る必要が生じた。

これらの項目を残して各国の合意が得られた。

#### 1.3.3.3 海事衛星システムの調査（その2）

MAROTS, MARI SATおよびATS-6による研究および実験の結果が報告されている。

MAROTSの打上計画、システム概要、船上局、チャンネル容量などの解説と、MARI SATの打上計画、ATS-6衛星を使用した電波伝ばん、通信品質と各種変調方式、遭難救助用の衛星利用ピーコン（EPIRB）などが報告してある。

#### 13.4 昭和51年度報告書

51年度報告書中の付録に

- (a) 国際海事衛星機構（インマルサット）に関する条約
  - (b) 国際海事衛星機構（インマルサット）に関する運用協定
- に関する条約と運用協定を英文と対訳して記載した。

#### 13.5 昭和52年度報告書

52年度報告書中には、海事衛星に関する国際会議出席報告及びその動向について報告してある。

##### 13.5.1 国際会議の概要

海事と航空用衛星通信と航法に関する国際会議“International Conference on Maritime and Aeronautical Satellite Communication and Navigation”が1973年3月7日～9日、ロンドンでIEE(英国電気学会)の主催で開催された。

当SR150部会から鈴木務幹事が出席した。

衛星を利用した航空用と海上用の新しい研究が報告された。MARI SATの実績が高く評価された。MAROTS計画が発表されているが船上局仕様が $G/T = -4 \text{ dB/K}$ 、EIRP = 37 dBWでMARI SATと同一規格となった。

各セッションは、通信用システム、測位と遭難通信用システム、通信のための変調、アクセス、シグナリングおよびコントロール、伝ばん、周波数バンドおよび電波干渉、航空機搭載機器、スペースクラフト技術と軌道、船上装置および未来システムの可能性に分かれて研究発表が行なわれた。

##### 13.5.2 会議の印象と動向

会議の印象と動向について考察した。すなわち、MARI SATの実績が高く評価された、小さいG/Tアンテナの利用について検討がすすめられている。C/N<sub>0</sub>が小さくてすむ変調方式の検討がされている、小形船の利用を可能としてユーザー数の増大を考慮すべきである、MARI SATの第二世代が計画されていることなどが印象に残った。

#### 13.6 むすび

本章では、海事衛星に関する国際会議と海事衛星システムの海外における研究の動向を調査した。IMCOを中心としたインマルサット機構設立のための専門家パネル、政府間会議の内容を知ることから、海事衛星の国際的な有用性、問題点などを理解することができ、我が国としての対応方針を考える上で参考になる資料が得られた。

また、英国電気学会、IEEが主催する海事衛星に関する学会に本SR150部会から代表を派遣して、最新の海事衛星に関する技術を知ることができ、我が国における海事衛星研究のために、これらの知識を役立たせることができた。