

日本船舶振興会昭和50年度補助事業
“船舶の構造・性能に関する基礎的研究”

研究資料No.242

第145研究部会

静止気象衛星による気象情報の自動 送受信システムに関する研究

報 告 書

昭和51年3月

社 団 法 人
日 本 造 船 研 究 协 会

はしがき

本報告書は日本船舶振興会の昭和50年度補助事業「船舶の構造性能に関する基礎的研究」の一部として日本造船研究協会第145研究部会においてとりまとめたものである。

本研究では、気象衛星国際調整会議の勧告案および国際通報局に関する特別作業部会の報告を取り入れ、昭和49年度に作成した試作機仕様書を一部修正して、静止気象衛星利用による気象情報の船舶通報局設備の試作機の製作を行った。

第145研究部会委員名簿（敬称略、順不同）

部会長	井東 洋一（日本郵船）	
幹事	五十嵐昭一（住友重機械工業）	石崎 武志（石川島播磨重工業）
	遠藤 敏雄（大阪商船三井船舶）	岡田 高（沖電気工業）
	木村 小一（電子航法研究所）	嶋田 俊雄（郵政省）
	辻村 克己（日本無線）	中村 繁（気象庁）
	成井 満男（気象庁）	西山 節男（三井造船）
	秦 武彦（安立電気）	原 昌三（三菱重工業）
	星 昌憲（昭和海運）	馬淵郁次郎（ジャパンライン）
	望月 仁（電気通信大学）	
委員	諫山 武彦（日立造船）	大友 怒（日本船主協会）
	柿崎 泰雄（北振電機製作所）	加藤 増夫（古野電気）
	柴田 利光（日本钢管）	田村 隆一（川崎重工業）
	力石 昭次（東京計器）	土井 丈士（三井造船）
	西岡 正美（日本造船工業会）	根岸 宏（安立電波工業）
	林 一雄（日本電気）	平岩 美秀（三菱電機）
	町田 達八（光電製作所）	水上 弘（川崎汽船）
	山田 博（日本海事協会）	吉田信一郎（東京芝浦電気）
討議 参加者	畔蒜 正夫（古野電気）	石井 博（日本無線）
	大野 勇太（気象庁）	鬼頭 博明（日本钢管）
	白倉 正徳（古野電気）	小村 宏（日本钢管）
	武田 明久（東京計器）	田島 順次（古野電気）
	田中 正智（電気通信大学）	対島 昂（川崎汽船）
	寺内 栄一（気象庁）	富田 洋司（川崎重工業）
	中野 昌男（住友重機械工業）	牧平 健（東京芝浦電気）
	村谷 雄三（日立造船）	木全 久幸（日立造船）
	八重樫淑昭（安立電気）	山口 哲夫（三菱電機）

目 次

1 概 要	1
2 静止気象衛星システムの現状	2
2.1 気象衛星に関する最近の国際情勢	2
2.2 CGMS-Vの概要	2
2.3 GMS	3
2.4 GMSの地上施設	4
2.4.1 建設計画	4
2.4.2 C D A Sの通信装置	5
2.4.3 データ処理センターの概要	6
2.4.4 各種データの流れ	8
3 船舶通報局に関する特別作業部会の報告	10
3.1 概 要	10
3.2 国際データ収集システム	10
3.2.1 概 要	10
3.2.2 一般条件	10
3.2.3 システム容量およびその制限	11
3.2.4 システムの運用	11
3.2.5 D C Pのコスト	12
3.3 国際通報局(I D C P)の認定、加入手続	12
3.4 第1回全球実験計画(F G G E)	12
4 船舶通報局無線装置の設計と中間データ	14
4.1 CGMS-Vによる仕様の変更	14
4.2 試作機の仕様	15
4.2.1 概 要	15
4.2.2 装置の構成	15
4.2.3 環境条件	15
4.2.4 一般的条件	15
4.2.5 必要条件	15
4.3 試作機の設計	19
4.4 試作装置の説明	19
4.4.1 概 要	19
4.4.2 空中線設備	20
(1) 概 要	20
(2) 構 成	20
(3) 各部の説明	21
(4) 検討事項	29

4. 4. 3 無線装置	29
(1) 概要	29
(2) 構成	30
(3) 各部の説明	33
(4) 中間データ	35
(5) 検討事項	38
4. 4. 4 制御端末	38
(1) 概要	38
(2) 構成	38
(3) 各部の説明	39
(4) 検討事項	43
5. その他の問題点	44
6. 今後の研究の進め方	45
6. 1 今後の研究方針	45
6. 2 昭和51年度の研究計画	45

静止気象衛星による気象情報の自動送受信システムに関する研究

1 概 要

静止気象衛星計画は国連の専門機関の一つである世界気象機関 (WMO—World Meteorological Organization) が推進する世界気象監視計画 (WWW—World Weather Watch) の一部をなす地球大気開発計画 (GARP—Global Atmospheric Research Program) の一環を担う国際計画であるとともに国内的には日本に影響をおよぼす台風、低気圧などの常時監視の役割りをもつものである。GARPは全地球規模の研究計画であり気象衛星を有効に配置して全世界の一斉観測により大気現象の未知の部分を解明するものである。配置される衛星は静止気象衛星 5 個、極軌道衛星 2 個である。

5 個の静止気象衛星は日本、欧州（英・仏等 10 カ国）、ソ連が各 1 個、米国が 2 個である。米国の気象衛星は既に 3 個（軌道上予備衛星 1 個を含む）は打上げられて米国の気象監視に役立っている。

極軌道衛星は米国の NOAA 衛星とソ連の METEOR 衛星で、ともに現在業務用として運用されている。

世界気象衛星組織は WWW 計画の中的一大プロジェクトである GARP の第 1 回全球実験 (the First GARP Global Experiment) の開始までに展開を完了することとなっている。昭和 49 年 10 月に開かれた F G G E の政府間パネルの会議によって、F G G E の開始時期は昭和 52 年 9 月と定められたので、各衛星の運用担当国はこの目標に向って、衛星の開発、地上施設の整備を進めている。

日本の気象衛星開発計画は昭和 43 年から気象庁において研究が始まり、国の対策として一本化されて発足した宇宙開発委員会の決定する宇宙開発計画にのっとって進められた。昭和 44 年の宇宙開発計画では極軌道衛星 I 型、II 型の開発とされたが、WWW 計画などの国際計画にあわせて静止気象衛星 (GMS) に昭和 45 年開発計画が変更され、昭和 46 年度から気象研究所を中心としてシステム設計が始まられた。

以後 2 年間かかってシステムの概略仕様の調査研究が終り、昭和 48 年度から衛星本体の開発は宇宙開発事業団、関連地上施設の整備は気象庁が担当し、昭和 52 年に開始が予定される F G G E の日程に合せて整備計画が進められている。

日本造船研究協会においては、日本船舶振興会補助事業として昭和 44 年、45 年、46 年と 3 年に亘って短波による船舶の気象情報自動送受信システムの研究を行いその成果を報告した。その後、上記の静止気象衛星計画の伸展により昭和 47 年静止気象衛星による気象情報の自動送受信システムの研究準備会を開き 5 カ年の計画案を立案し、昭和 48 年 3 月 27 日第 145 研究部会「静止気象衛星による気象情報の自動送受信システムに関する研究」委員会が発足し、気象庁気象衛星課の協力を得て研究を行ってきた。

第 1 年次昭和 48 年は基本計画、システムの検討および資料収集を行い、第 2 年次昭和 49 年は試作機の仕様書の作成および国際方式の調査を行なった。第 3 年次昭和 50 年度より船舶通報局設備の試作機の製作に着手し、基礎実験および設計が完了し試作機の製作が続行中である。

本年度は第 5 回の気象衛星国際調整委員会 (OGMS-V) が開かれ、国際通報局 (IDC-P) に関する特別作業部会 (Ad Hoc Working Group) が発足した。特別作業部会は IDC-P に関する運用条件、技術条件および IDC-P の承認加入手続等に関する報告をまとめた。これらの条件は各国で検討され最終的に調整されるものであるが、試作機の仕様は、一部の未定項目または不明確な点を除き最新の勧告案および特別作業部会の報告を取り入れて修正した。

2 静止気象衛星システムの現状

2.1 気象衛星に関する最近の国際情勢

米国の静止気象衛星 S M S は当初の予定より遅れ昭和 49 年 5 月 17 日に第 1 号機が打上げられたが、次いで 2 号機が昭和 50 年 2 月 6 日に打上げられ、それぞれ $75^{\circ}W$ 、 $115^{\circ}W$ に位置し、米国の気象業務に役立てられている。米国は静止気象衛星を定常的に利用するため、もう 1 個の静止気象衛星 G O E S を昭和 50 年 10 月 16 日に予備衛星として打上げ宇宙軌道に待機させている。

欧州宇宙研究機構 (E S R O) の M E T E O S A T は昭和 52 年の前半に打上げるよう開発が進められている。

日本の静止気象衛星は米国のソーデルタ 2914 ロケットを用いて米国のケープカナベラルから米航空宇宙局 (N A S A) の手で打上げられることになっている。昭和 50 年 7 月 19 日宇宙開発事業団と N A S A との間で打上げ契約が調印され、昭和 52 年 6 月 (目標) が確定した。

F G G E は昭和 52 年 9 月から 2 カ年間にわたって実施されることが既に決っている。F G G E が近づくにつれ世界気象衛星組織を含めた関係会議が活発に開かれ各国とも F G G E に積極的に参加するとともに衛星の実現に期待をかけている。

2.2 CGMS-V の概要

昭和 50 年 4 月衛星打上げ当事国間の調整をはかる静止気象衛星調整会議 (C G M S - C o o r d i n a t i o n M e e t i n g f o r G e o s t a t i o n a r y M e t e o r o l o g i c a l S a t e l l i t e) の第 5 回の会合がジネーブで開かれた。

D C P に関する議題と討議内容は概略次の通りである。

(1) 捕捉時間 (A c q u i s i t i o n S w e e p f o r D C P R e c e i v e r)

C G M S - IV において捕捉時間 2 分の案が出されていたが、 U S A 、 E S A からレポートが出された。

(a) [U S A] S M S - 2 による実験の結果、最小捕捉時間 13.6 秒

試験条件	変 調	: $\pm 60^{\circ}$ P S K
	スイープ波形	: 鋸歎状波
	スイープ幅	: 3 kHz
	確 率	: 95%

(b) [E S A] 理論的検討により捕捉最小時間は

鋸歎状波スイープ	: 6.8 秒
正波波スイープ	: 21.4 秒

日本は 1 分を C G M S - IV で提案しており、 1 分以内と結論された。

(2) 短時間安定度 (S h o r t T e r m S t a b i l i t y)

位相の短時間安定度 3° rms が承認され、測定方法を統一することも確認された。

(3) 変調度の変更提案

C G M S - IV まで変調度は $\pm 70^{\circ}$ と確認されていたが、米国は $\pm 60^{\circ}$ を提案した。B E R は若干増加するが、キャリヤの増分によりトラッキングの信頼性が増加し、総合的に有利との理由である。

(4) 変調波による捕捉の提案

キャリヤ捕捉は無変調波で行うことになっていたが、米国が 60° P S K の変調波で捕捉する提案を行った。

(5) 呼出し周波数の変更提案

米国は呼出し周波数の変更提案を行ったが、一応撤回し再検討となった。

(6) 國際 D C P の承認手続

(a) 承認者 国際 D C P — 衛星運用者または W M O

国内 D C P — それぞれの運用者

(b) 認定 次の 3 つの証明により承認する。

(i) 気象測器として W M O の基準を満していることの気象機関の証明

(ii) 無線機として国際および国内規則に適合することの電波主管庁の証明

(iii) 静止気象衛星システムに適合することの C G M S による証明

・衛星運用者によるプロトタイプの試験

・認定番号、製造者名の登録

・認定有効期間は 5 年とし更新を行う

・機器の変更改良は再認定

・認定した衛星運用者は他の衛星運用者および W M O に認定書の写しを提出

(c) 仕様 C G M S の統一仕様による。

(7) D C P の運用

船舶 D C P が出港後の伝送開始に関し、次の 2 案が提案された。

(a) 無線送信制限区域を出た後の最初の G M T 18.00 の呼出しにより開局準備完了の情報を伝送する。

(b) 出港後の最初の観測時 (S y n o p t i c H o u r) は通常の海岸局経由の気象電報を送信し、特別な符号を附加して D C P の開局を通報する。

通信士就務時間以外の夜間の運用は無資格者の運用許可 (R R 875) により船橋当直者により運用する。

(8) 船舶 D C P の種別

船舶 D C P の種別に関し、セルフタイム D C P (S e l f T i m e d D C P) の必要性が論議された。船舶 D C P を広く展開するためには、低コストであることが必要であり、次の諸点を早急に検討することとなった。

(a) インタロゲーション形とセルフトライム形のコスト、システム容量、信頼性の検討

(b) 展開する D C P の数、報告回数、報告の長さ等についての検討

(9) 特別作業部会の設定

F G G E に備え早期に I D P C の技術条件、運用条件の設定をする。これらの検討のため船舶 D C P に関する特別作業部会が設定された。特別作業部会の報告は 3 章に述べる。

2. 3 G M S

気象衛星の製作は宇宙開発事業団の担当で、昭和 48 年 10 月 30 日、日本電気との契約でまとまり、日本電気と技術提携しているヒューズ・エアクラフト社がハードウェアの製作を行うことになった。

昭和 48 年度は前年度までに気象研究所において実施したシステムデザインを引き継いで衛星本体の基本設計を行い、衛星の基本的な仕様が決定し、昭和 49 年度は詳細設計を行い、最終仕様を決めた。

詳細設計の段階で地球向けアンテナを電気的デスパンアンテナから機械的アンテナに変えたり、電波天文に影響を与える周波数をカットするフィルターをつけたりするいくつかの手直しがあった。

昭和 50 年度は製作および組立てを行った。昭和 51 年度に入って各種の環境テストによって信頼性をた

しかも、工程が順調に進めば51年11月には第1号機が完成する予定である。その後、約6カ月保管され打上げ場に運ばれる。

衛星は直径220cm、高さ330cm、重量は静止軌道上で約290kgである。

衛星の形状は図2.1のようになった。

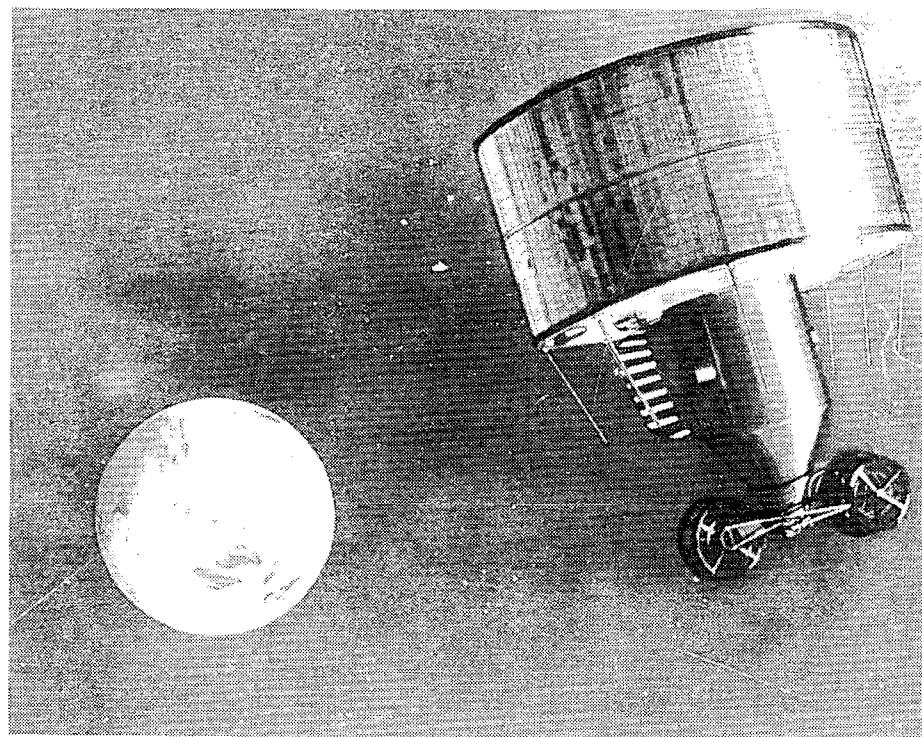


図2.1 GMSの外観

2.4 GMSの地上施設

2.4.1 建設計画

地上施設関係は気象庁の担当で昭和48年度から整備に着手した。主な施設の整備状況を説明する。

指令資料収集局は衛星との電波のやりとりをする地球上の窓口で、埼玉県比企郡鳩山村五輪山の国有林に設置する。現地は村の中心から約2km、標高差で約50mあるため取付道路が必要である。昭和50年3月土地の取得作業が終了し、引続いて道路、庁舎の工事に着手した。庁舎は鉄筋コンクリート2階建で昭和50年中に外装が終り、昭和51年2月末には完成する。各種通信機器は昭和48年度から設計、製作が進められており庁舎が出来上ると関係機器の据付、調整が進められ、昭和52年初めには完成する。直径18mのアンテナは昭和50年中に基礎工事が終り、引続いて組立に入り昭和51年6月に完成する予定となっている。

データ処理センターは指令資料収集局経由で入手する衛星からの各種信号を電子計算機で処理して予報業務など利用業務に提供する施設で東京都清瀬市の気象通信所構内に設ける。

庁舎は昭和49年の終りに着手し、昭和50年中に外装が終り、昭和51年2月末には完成する。庁舎は鉄筋コンクリート3階建で2階部分に電子計算機をはじめとする関係機器が収容される。電子計算機を中心とする関係機器類は、昭和48年度から設計、製作にとりかかっており、庁舎が出来上ると据付、調整が行われる。電子計算機は整備が終ると稼動して関係ソフトウェアの開発に当る。

2.4.2 CDASの通信装置

CDAS (Command and Data Acquisition Station) の装置構成図を図2.2に示す。CDASの通信機能は次の通りである。

DCPに関連する機器は＊印で示す。

(a) 対衛星通信

- ア 可視、赤外放射計信号の受信
- イ 通報局報告信号の受信
- ウ 宇宙環境モニタ信号の受信
- エ テレメトリ信号の受信
- オ 高分解能ファクス信号の送信
- カ 低分解能ファクス信号の逆信
- ＊キ 通報局呼出信号の送信
- ク コマンド信号の送信
- ケ 測距信号の送受信

＊コ UHF帯標準通報局信号の送受信

- (b) 対データ処理センターの通信機能
 - ア ストレッヂ放射計データの送信
 - ＊イ 通報局報告データの送信
 - ウ 宇宙環境モニタデータの送信
 - エ テレメトリデータの送信
 - オ 測距データの送信
 - カ 高分解能ファクス信号の受信
 - キ 低分解能ファクス信号の受信
 - ＊ク 通報局呼出信号の受信
 - ケ コマンドデータの受信
 - コ その他運用に必要なデータの送受信

(c) モニタ機能

- ア 放射計画像データ
- イ 高分解能ファクス画像データ
- ウ 低分解能ファクス画像データ
- エ 主要テレメトリデータ
- オ 測距データ
- カ その他主要ステーションイベントデータ

(d) 試験機能

- ア 試験調整照準塔による更正
- イ 局内試験
- ＊ウ UHF帯標準通報局による衛星の周波数ドリフトの補正
- エ システム・アライザによる試験

(e) その他の主な機能

- ア 放射計信号の同期修正、ラインストレッヂ
- イ コマンドの発生
- ウ 主要データの記録

エ 小型電子計算機によるデータの処理

オ アンテナ自動追尾

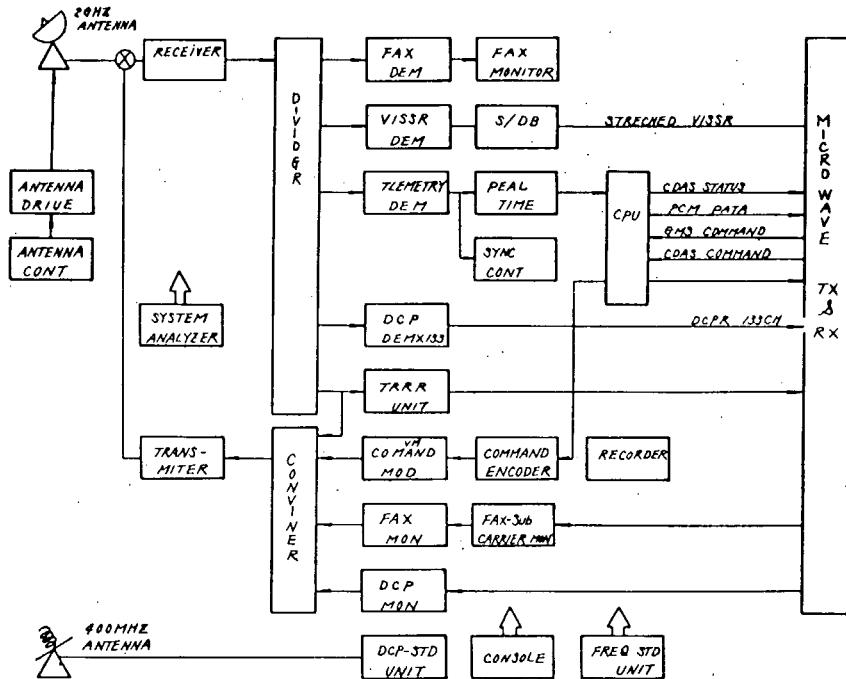


図 2.2 CDAS 構成図

2.4.3 データ処理センターの概要

(1) データ処理センター (D P C - Data Processing Center) の定常のデータ処理業務において、D P C 計算機システムで処理する入力データと処理結果の出力データは、サブシステム T A C C 、 J M A および C D A S の間で行われる。処理するデータは運用管制系データ、画像データ D C P データ、気象データに大別できる。これらのデータ処理に使用される機器は次の通りである。D C P に関する機器は＊印を付す。

(a) 本体装置 (1組)

中央処理装置 (C P U)	2台	アクセスタイム 4.5 nS、バッファメモリ 4 kW/CPU
主記憶装置 (M E M)	4台	容量 256 kW/MEM、サイクルタイム 1 μS
記憶制御装置 (M C U)	2台	転送速度 22 MW/S、
チャネル制御装置 (C H C)	3台	転送速度 28 MW/S、最大 6 CHU/CHC
チャネル装置 (D H C)	6台	転送速度 500～3000 KB/S、 I/O装置最大 256～1024 台接続可
診断処理装置 (D I A C)	1台	CPU、MEM、MCU、DHC、CHUの障害診断
構成制御装置 (S C C)	1台	最大 2 CPU、4 MEM、2 MCU、3 CHC 制御可

本装置を2組設置し、1組をオンラインシステムに、他の1組をバッチシステムとして使用する。

(b) 周辺装置(オンラインシステム)

高速度通信制御装置	4台	現用機3、予備1、収容回線数 9
中低速通信制御装置	4台	現用機2、予備2、収容回線数 192
回線表示装置	1台	高速回線12、中低速回線 192
高速磁気ドラム装置	4台	6 M byte/D R U、平均アクセスタイム 10 ms
ディスクバック装置	11台	20 M byte/D R U、平均アクセスタイム 30 ms
磁気テープ装置	10台	6250 BPI、9トラック
カードリーダ	2台	2000 sheets/min
ラインプリンタ	2台	630/1260/1890 line/min
* スケジュールおよび通報局運用装置	1台	C D 3個、24行×80字/1 C D
G M S 状態表示装置	1台	表示項目 168
G M S 運用装置	1台	C D 3個、G D 1個、24行×80字/1 C D
共用ディスクバック装置	6台	200 M byte/D P U 平均アクセスタイム 30 ms
集中監視切替装置	1台	

(c) 周辺装置(バッチシステム)

高速磁気ドラム	3台	機能 オンラインシステムに同じ
ディスクバック装置	5台	機能 オンラインシステムに同じ
磁気テープ装置	6台	機能 オンラインシステムに同じ
磁気テープ装置	2台	1600/800 BPI、9トラック
カードリーダ	2台	機能 オンラインシステムに同じ
ラインプリンタ	2台	機能 オンラインシステムに同じ
画像処理コンソール	1台	カラーディスプレイ 2台、モノクロディスプレイ 2台
グラフィクディスプレイ装置	1台	ラスター数 4096×4096
自動作画機	1台	ドラム式

(2) スケジュールおよび通報局運用装置の機能

D C P の業務はスケジュールおよび通報運用装置(スケジュールコンソール)により運用される。このコンソールはオンライン系計算機に接続される3台のキャラクタディスプレイ装置を主構成とし、計算機に指示を与えるためキーボードが各ディスプレイ装置に接続される。

3台のディスプレイ装置の分担は次の通りである。

(a) ディスプレイ装置-A 運用スケジュールとオペレータとの情報交換用

オンライン系業務の進行状況の表示

オンライン系計算機システムのハードウェア状況の表示

業務スケジュールの実行指示

業務スケジュールの変更指示

(b) ディスプレイ装置-B D C P 業務用

D C P 局の登録および削除

D C P 局の照介

(c) ディスプレイ装置-C

AおよびB装置の障害時に備えて共通の予備とする。

D P C (Data Processing Centre) の装備構成図を図2.3に示す。

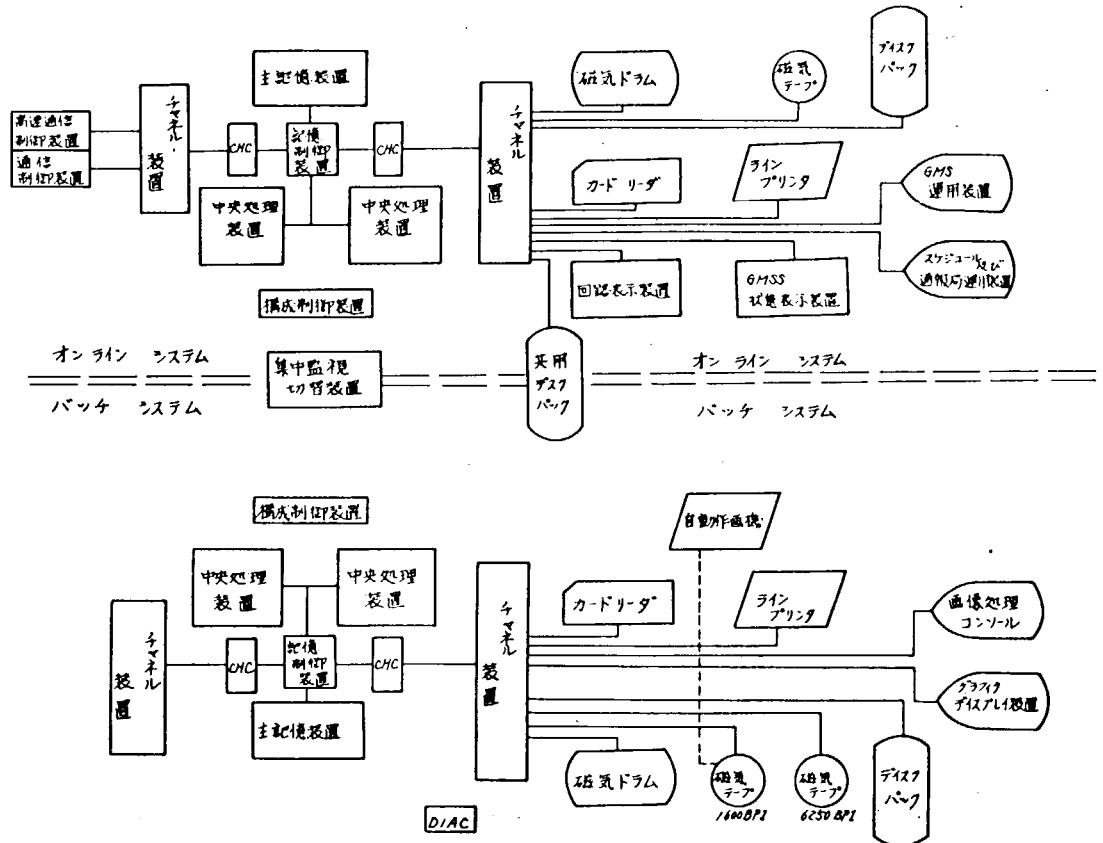


図 2.3 DPC 電子計算機システム構成図

2.4.4 各種データの流れ

D C P のデータを含み各種のデータの入出力関係、伝送速度、データ量は下記の通りである。D C P に関するものは＊印を付す。

(1) 対 C D A S

入力	転送速度	データ量
V I S S R データ	0.4~1MBPS	可視 101.5MByte/画面、赤外 17MByte/画面
測距データ	1200 BPS	37KByte/1回(60サンプル/分×10分)
テレメトリデータ	1200 BPS	4.8KByte/2分(1フレーム)
リアルタイムデータ	1200 BPS	44Byte/1衛星スピン
* C D A S 情報	1200 BPS	
G M S コマンド履歴	1200 BPS	
* D C P 報告	100 BPS	133回線 MAX 370KByte/1日
出力		
高分解能ファクスデータ	MAX21kHz	37.25MByte/画面
低分解能ファクスデータ	MAX1685Hz	1.02MByte/画面
G M S コマンドデータ	1200BPS	11Byte/回
* C D A S コマンドデータ	1200BPS	(DCPIキャリヤON/OFFコマンドを含む)
S/DB運用情報	1200BPS	22KByte/日
* D C P コマンドデータ	100BPS	50Bit/局 3回線
* D C P クロックパルス	100BPS	8.64MBit/日

(2) 対 TACC

入力	転送速度	データ量
軌道予測データ	2400BPS	
姿勢予測データ	2400BPS	
PCMテレメトリデータ	2400BPS	4.8 KByte／2分
出力		
測距データ	2400BPS	3.7 KByte／回 × 4
GMSコマンド履歴	2400BPS	

(3) 対 ADESS

入力	転送速度	データ量
数値予報データ	2400BPS	250 KByte／日
気象観測データ	2400BPS	180 KByte／日
SIRS データ	2400BPS	90 KByte／日
CLARDデータ	2400BPS	70 KByte／日
他衛星間運用メッセージ	2400BPS	
出力		
DCP収集データ	2400BPS	MAX 370 KByte／日
風データ	2400BPS	20 KByte／日
海面温度データ	2400BPS	120 KByte／日
他衛星間運用メッセージ	2400BPS	

(4) 対気象庁予報課

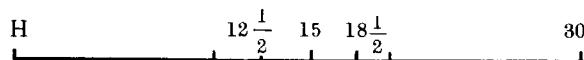
出力		
高分解能ファクスデータ	MAX 21kHz	37.25 MByte／画面

3 船舶通報局に関する特別作業部会の報告

3.1 概 要

C G M S - V の決定に基づき船舶通報局の実施に関する特別作業部会が 1975 年 8 月 W M O 本部において開催された。

本特別作業部会は国際的な船舶通報局の運用システムおよび技術条件に関して討議を行い報告書を作成した。特に重要な決定は F G G E (The First GARP Global Experiment) において使用できる 6 国際チャネルにおいて、毎観測時後 30 分の船舶 D C P のデータ送信に関し下記のようにセルフトライム D C P とインタロゲーション D C P の時間割当を定めた点である。



$H - (H + 12\frac{1}{2})$ 、 $(H + 18\frac{1}{2}) - (H + 30)$ はセルフトライム D C P 専用 ($H + 12\frac{1}{2}$) -

$(H + 18\frac{1}{2})$ の間は $2\frac{1}{2}$ 分づつの 2 グループのインタロゲーション用として隣接衛星に割当てる。

(註 2 番目の間隔はキャリヤ捕捉時間を加え $3\frac{1}{2}$ 分となっている)

これによりセルフトライムは、24情報／チャネル、またインタロゲートは6情報／チャネル／衛星が得られる。

3.2 國際データ収集システム

3.2.1 概 要

国際データ収集計画の重要な点は通常の通信回線でデータを伝送できない移動体からのデータ収集である。このような移動体は船舶、航空機、気球、浮遊パイ等である。以下国際データ収集システム、特に第1回国際実験計画 (F G G E) の運用条件に関して述べる。

3.2.2 一般条件

データの収集は測定点と衛星間は U H F 、衛星と地球間は S バンドの周波数を使用して行われる。観測点には D C P R S (Data Collection Platform Radio Sets) が設置される。

D C P R S の形式は次の 3 種類がある。

(1) セルフトライム D C P R S (Self-timed)

D C P R S の最も単純な形式はタイマーにより特定時間ごとにデータを送出する形式である。各セルタイム D C P R S は指定された周波数チャネルでそれぞれのタイムスロットを持ちその割当て時間に送信機を起動する。この場合タイマと U H F 送信機のみの簡単な構成となるが、地球局からの制御は不可能であり、特定時間のデータのみ得られることとなる。

(2) インタロゲーション D C P R S (Interrogation)

より複雑な形式としてインタロゲーション D C P R S がある。この形式は地球局からの呼出しコードが衛星経由測定点に伝送され、D C P R S の受信機で受信復号される。このコードのアドレスに相当する局は起動しデータを送出する。この場合 D C P R S は U H F の送信および受信の両機能を要する。

(3) アラート (Alert) 付インタロゲーション D C P R S

最も複雑な形式はアラート機能をもったインタロゲーション D C P R S である。この形式は設定条

件を越える異常事態(洪水、津波、異常降雨等)の発生を自己検出する機能を有する。異常を通報するアラート信号を受信した地球局は通常のインターロゲーションの方法でD C Pを呼出し、データを収集する。この場合のD C P R S は(2)の機能の他、異常検出とアラート信号の送出機能を要する。

3.2.3 システム容量およびその制限

国際D C P用の無線周波数は100 kHzの帯域を3 kHzごとに分割した33チャネルが割当られている。大部分の気象データは収集に30秒乃至1分を要する。したがって理論的に収集可能なD C Pの数の上限は11880(33ch×60局/H×6H)である。(但し、1局の伝送所要時間を1分、6時間の報告サイクルとする。)実際上は下記の理由によりこの値を下回る。

(1) 貫

春分および秋分の前後の各衛星の所在経度の地方時間0時に衛星は地球の影に入り貫となる。貫の間衛星電力の不足によりセルフタイムD C P信号受信は可能であるがインターロゲーションは不能となる。1日1分以上となる貫の期間は春分・秋分のそれぞれ前後各3週間に亘り最大は75分となる。

(2) インタロゲーションの重複

国際インターロゲーションのチャネルは全D C Pに対し1波の共通利用である。即ち各衛星の運用者はすべての国際D C Pに対し共通の呼出しチャネルを通して呼出しを行う。このため各衛星運用者は隣接衛星間の呼の衝突をさけるためインターロゲートチャネルの時間割当を要する。このため交互に15分間隔でインターロゲーションを行う協定がなされた。この結果、1衛星につき $\frac{1}{2}$ の時間しか運用できない制限を生じる。

(3) セルフタイムD C Pの不効率

セルフタイムD C Pは定められたチャネルで定められた時間にデータを送出する。したがって休止中のD C P、例えば入港中の船舶等、の割当時間が無駄になる。

(4) 気象観測時刻の要求(Synoptic Hour)

0時、6時、12時、18時GMTの気象観測時の直後に大部分の気象観測がなされ、通報のトランジットが集中し、その他の時間は閑散となる。

(5) データ長

大部分の気象データは1分以内のデータ長であるが、特殊なD C Pは特に長い時間のデータ長を要する。これらの特殊D C Pには連続したデータ送出インターバルを与えねばならない。

上記の要因による影響は簡易には評価できないが、一般的にシステム容量は約 $\frac{1}{2}$ の6000と考えられる。この値は将来のWWW計画の要求に対しても適当であろう。第1回国際実験(F GGE)に対するシステム容量は後述する。

3.2.4 システムの運用

システム運用者は下記のサービスを行う。

- a D C P運用に必要な技術情報(D C P仕様書を含む)
- b 加入手続
- c 各運用者のデータ収集責任範囲
- d 国際気象通信システムに乗せるためのデータ形式の準備
- e D C P運用者に対し誤動作または誤動作の可能性のある場合の通告および他システムに干渉する誤動作D C Pの排深

3.2.5 DCPのコスト

米国のDCPRSの見積価格は50台以下の数量でセルフトライム形で4000ドル、インターログーション形で6000ドルである。これはアンテナ、タイマを含むが、工事費、インターフェイス機器、データ観測の測定機器は含まれない。工事費は船舶の状態により異なる。また測定機器も観測内容および自動化の程度により異なる。

3.3 國際通報局（IDCP）の認定、加入手続

国際方式に加入のDCPは各衛星運用者の承認した共通仕様に基づき認定される。

各衛星運用者は国際方式に加えて地域別のデータ集収の運用ができる。これら地域別データ集収は固定点および特定衛星のみに加入した移動DCPにより行う。一般に地域別データ集収システムにより適当に運用されている局は国際方式には受け入れられない。各衛星運用者はそれぞれ地域別DCPの加入手続を定める。したがって他地域の地域別システムに加入希望者はそれぞれ担当運用者に直接申請を要する。

3.4 第1回全球実験計画（FGGE）

全世界をカバーする5個の気象衛星の初期段階に行う第1回全球実験（FGGE）は国際DCPの実施の特例となる。その期間には船舶、ブイ、固定等のDCPの数は少数と予想される。一方、FGGE中に行われるCABAS（Carrier Balloon System）がシステム容量の大部分を占めていることになる。FGGEの初期段階では33の国際チャネルのすべてを使用できず、僅かに6チャネルが使用可能である。FGGEにおける運用計画は6チャネルをベースに計画されているが、これに加えられるチャネルがあれば問題、特にCABASの問題が軽減される。

FGGEでは次の3種の国際DCPがデータ集収に利用される。

- a 船舶DCP
- b キャリヤバルーン（Carrier Balloons）
- c 航空機

それぞれの数量および報告回数／日、データ長は下表の通りである。

	全世界数	数／衛星	報告回数／日	データ長
船舶	200	50	4	20秒(1)
バルーン(3)	80/100	20/25	1-2	45分
航空機	24	6	24	60秒(2)

(注)

- (1) 標準データ長を示す。特殊な場合60秒となる。
- (2) 航空機は毎時報告とする。
- (3) バルーンは81個の落下ゾンデをもつ。

モードは

- a セルフトライムモード
- b インタログーションモード
- c コマンドによるゾンデ発射モード

船舶DCPはセルフトライム、インターログーションの両形式で6時間間隔のデータ報告となる。航空機はセルフトライム形で毎時の報告とする。

運用計画案を図3.1に示す。

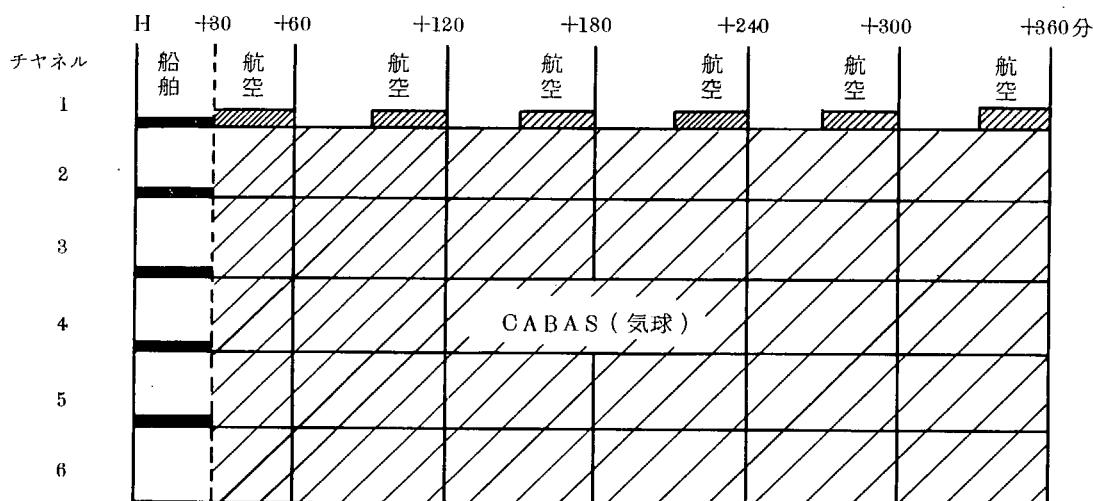


図 3.1

気象観測時 (Synoptic Hour, 00、06、12、18 GMT)をHとする。

- (1) $H \rightarrow H+30$ 分 : 全チャネル船舶専用
- (2) $H+30 \rightarrow H+60$ 分 … $H+330 \rightarrow H+360$ (毎時の後半30分) : チャネル1を航空機用
- (3) $H+30 \rightarrow H+360$ 分 : チャネル2-6を気球CABASにて使用、これにより120／日の落下ゾンデ観測可能

もし航空機報告を除けば144／日の落下ゾンデ観測可能

毎気象観測時後30分で各衛星当り144のセルフトライム船舶DCPと36のインターロギーション船舶DCPが収容可能である。船舶の場合航行中、入港中の区別なしに時間割当てされるセルフトライム形は容量的に不経済であるが、機器のコストの安いこと、また簡易性からみて利点があると判断される。

4. 船舶通報局無線装置の設計と中間データ

4.1 CGMS-Vによる仕様の変更

CGMS-Vによる船舶通報局無線装置の仕様に関する変更内容は下記の通りである。

(1) 受信信号

$\pm 70^\circ$ PSK変調が、 $\pm 60^\circ$ PSK変調に変更

(2) 送信電力

衛星に放射される EIRPが、43 dBm 以上 50 dBm 以下から 52 dBm 以下に変更

(3) 捕捉時間

衛星の搬送波周波数偏差が $\pm 100\text{ Hz}$ 以内の場合、待受状態から信号を捕捉し、ロックを完了する時間が、2分以下から1分以下に変更、また受信信号は無変調状態とすることが追加された。

(4) 受信機の不要輻射

ローカル周波数その他の成分の空中線端子および電源からの漏洩電圧が、 $50\mu\text{V}$ 以下から -73 dBm 以下に変更

(5) 受信機の同期特性

受信機が受信信号に同期ロックしなければならない時の受信入力レベルを -135 dBm と明確に規定された。

(6) センサデータ終了(Sensor Data End)

センサデータ終了時にセンサデータに引き続き送出する。ASCIIコードのEOTは、3回連続送出することが決定された。

(7) 周波数安定度

(a) 温度変化

全温度範囲という表現が $-20^\circ\text{C} \sim 50^\circ\text{C}$ と温度範囲が明記された。

(b) 短期安定度

送信搬送波の位相ジッタの測定条件が図 4.1 に示すような雑音帯域($2B_L$)= 20 Hz , $\pm 2\text{ kHz}$ の PLL を通して測定すると明記された。

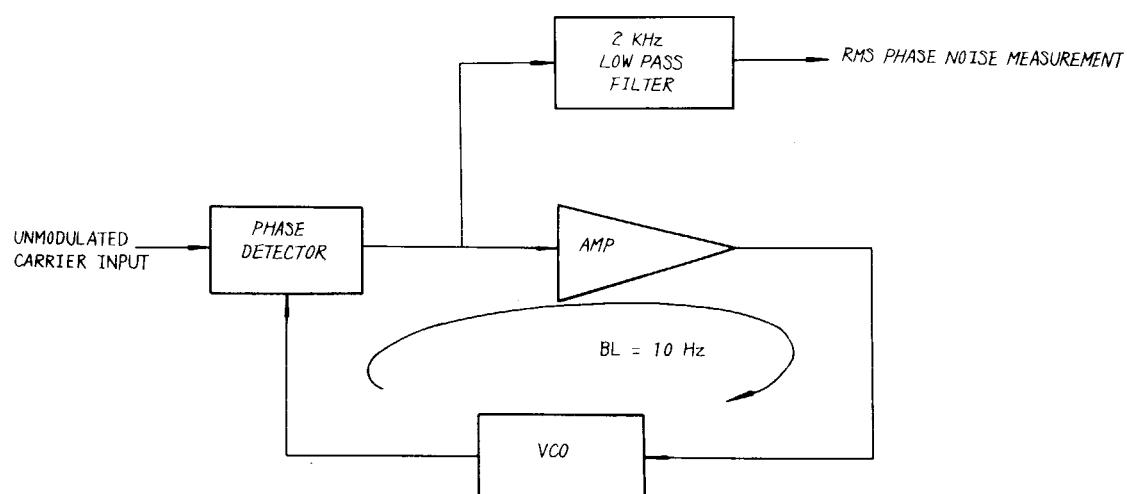


図 4.1 Short Term Frequency Stability Definition

4.2 試作機の仕様

4.2.1 概 要

本仕様は、気象衛星システムにおいて船舶に設置される通報局の無線設備に関するものである。本装置の基本仕様は CGMS の勧告にしたがうものである。

4.2.2 装置の構成

本装置は次の各機器により構成される。

- (1) 空中線設備 1式
- (2) 無線装置 1式
- (3) 制御端末 1式

4.2.3 環境条件

- (1) 甲板上に設置される機器
 - (a) 温度 $-20^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ の範囲において規格を満足すること。
 - (b) 湿度 35°C 相対湿度 95%において規格を満足すること。
 - (c) 風速 平均風速 3.85m/s (75ノット)において正常に動作し、平均風速 6.2m/s (120ノット)において異常を生じないこと。
 - (d) 振動 $1 \sim 10\text{ Hz}$, 振幅 $\pm 1.5\text{ mm}$
 $10 \sim 60\text{ Hz}$, 振幅 $150/f^2\text{ mm}$ において異常を生じないこと。
 - (e) 注水 直径 5 cm で 36 個の注水孔 (1 個の孔の直径 1 mm) を有する注水器によって 3.6 kg/cm^2 の静水圧で 2 時間注水して異常を生じないこと (無線機型式検定規格、救命艇用携帯無線電信機の項による)。
 - (f) 船の運動

	角 度	周 期
ローリング	$\pm 22.5^{\circ}$	10 S
ピッキング	$\pm 7.5^{\circ}$	4 S
旋 回	$\pm 270^{\circ}$ 以上	$6^{\circ}/\text{s}$ (rate)

(2) 室内に設定される機器

- (a) 温度 $0^{\circ}\text{C} \sim 45^{\circ}\text{C}$ の範囲において規格を満足すること。
- (b) 湿度 4.2.3(1)-(b)と同じ
- (c) 振動 4.2.3(1)-(d)と同じ
- (d) 船の運動 4.2.3(1)-(f)と同じ

4.2.4 一般的条件

- (1) 電源 AC $100\text{V} \sim 220\text{V} \pm 10\%$ 、単相 $60\text{Hz} \pm 5\text{Hz}$ の船内電源により動作のこと。
- (2) 定格 最大連続送信時間 5 分、連続受信
常時衛星より呼出信号を受けた場合は直ちに送信起動できること。

4.2.5 必要条件

(1) 空中線の運動性能

- (a) A z 軸廻り
船舶に装備されたジャイロコンパスレピータの出力により、旋回角速度 $6^{\circ}/\text{sec}$ 以上の速度にて追隨可能のこと。
- (b) E I 軸廻り
操作部において衛星仰角 $12.5^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の範囲に対し、手動設定可能のこと。

(c) ローリング角補整角速度

ローリング角±2.5°に対し、補整角速度15°/s以上のこと。

(2) 空中線の特性

- (a) 周波数範囲 400～470 MHz
- (b) インピーダンス 50オーム、N形接栓
- (c) 偏波面 右廻り円偏波
- (d) 指向性 3 dBビーム幅 60°以下
- (e) 利得 主軸に対し±15°において10 dB以上
- (f) S.W.R. 1.5以下
- (g) サイドロブ -10 dB以下

(3) 無線装置の特性

(a) 基本要求

船舶に装備される海上において長期間連続的に運用できる高信頼性を有すること。

操作は、すべて制御端末により行われ、無線装置表面には調整部を付してはならない。

誤操作による連続的送信を防止する考慮が払われていなければならない。

正規の送信フレーム時間終了後30秒以内に送信は停止するものであること。

- (b) 中央処理局から発信される±60°変調、100 bpsマンチェスターコードの呼出しコードを受信すること。呼出し信号の搬送波周波数は46.8875MHz±100Hzである。

(c) 応答

受信した2進符号をあらかじめ設定された自己の個有符号と照合し、一致した場合送信を起動すること。

(d) 応答周波数

応答周波数40.2000MHzから40.2100MHzの間の表4.1に示すチャネル周波数の何れかに設定できること。

(e) 送信電力

衛星方向に放射されるEIRPは52dBm以下であること。

(f) 捕捉時間

搬送波周波数偏差46.8875MHz±100Hzの場合、待受状態から信号を捕捉し、ロックを完了する時間は1分以内であること。

(g) フェーズロックループ特性

受信機は±100Hz以内のキャリヤに対しフェーズロックすること。

(h) 受信機の不要輻射

ローカル周波数その他の成分の空中端子および電源からの漏洩電圧は-73 dBm以下のこと。

(i) 衛星信号の特性

±60°PSK変調のマンチェスターコード2進符号の衛星からの信号レベル(電力束密度PFD)は下記の通りである。

最大PFD: -97 dBm/m²

最小PFD: -124 dBm/m²

また、下記の振幅リップル、位相リップルおよび位相ジャンプを含む、PFD-120 dBm/m²の信号に対し受信可能のこと。

振幅リップル	:	5 dB (peak-to-peak)
位相リップル	:	80° (peak-to-peak)
位相ジャンプ	:	最大 60°

(注) 位相ジャンプ周期はスピン周期(0.6S)の1/8、また、位相リップルは位相ジャンプを含んだ値である。すなわち、Peak-to-Peak 80°の位相リップルは最大60°の位相ジャンプを含んだ値である。

(j) 送信機の不要輻射

送信機に空中線共用器を接続し、50オーム負荷にて、終端した状態で送信機を変調したときの不要波成分は艇送波出力に対し、-60 dB以下のこと。

(k) 送信機・受信機間の減衰量

定格出力で送信機を動作させた場合、受信機感度の低下がないこと。

(l) 受信機の同期特性

受信入力レベル-13.5 dBmにおいて15ビットのMLS同期符号(100010011010111)およびこれに続く、31ビットのBCH指令符号(0011010010000101011101100011111)のデータ符号のあるとき、受信機は自動的に受信信号に同期ロックされること。

(m) 受信機感度

-13.1 dBmの受信入力において復号された2進符号のビット誤り率BERは 1×10^{-5} 以下のこと。

(n) 送信起動

送信起動情報により、無変調搬送波(相対位相偏移0°)を送出し、データ送出開始まで継続すること。

無変調搬送波送出時間は5秒であること。

(o) 同期および前置符号の送信

5秒間の無変調搬送波送出後、2.5秒間(1.0)の同期信号を送出し、46ビットの前置符号(15ビットMLS同期符号および31ビットBCHアドレスコードで構成)を送出すること。

各符号はマッシュスターコードのPSKであり、“0”信号は+60°5msから-60°5msであり、“1”信号は-60°5msから+60°5msで構成される。5秒間の無変調搬送波の位相は変調された搬送波の位相と一致すること。

(p) センサデータ起動(Sensor Data Enable)

前置符号の最終ビットに引き続きセンサデータが送出されるよう、センサデータ起動信号を出すこと。

(q) センサデータ終了(Sensor Data End)

センサデータに引き続きASCIIコードのEOTを3回センサデータに切れ目なく続けて送出し、直ちに待受け状態に復帰すること。

(s) 周波数安定度

基準周波数発信機の周波数安定度は下記のこと。

(i) 温度変化：-20°C～50°Cにおける周波数変動は0.5 ppm以下のこと。

(ii) 長時間安定度：1 ppm/年以下のこと。

(iii) 短時間安定度：送信搬送波の位相ジッタは、雑音帯域($2B_L$)=20Hz, ±2kHzのPLLを通して測定し、3°RMS以下のこと。

(f), (g)の規定はCGMSにより最終的に決定される。

(4) 装置の機能

装置は次の機能を有する。

(a) 電 源

全装置の電源の接続およびその表示

(b) 空中線の制御

衛星方向および仰角の設定およびその表示。船舶装備のジャイロレピータ情報により船体の旋回にしたがい、空中線ビーム方位を自動制御すること。また、ローリング角度情報により空中線ビーム方位および仰角を自動的に修正すること。

(c) センサデータ

センサデータをキーボードにより入力し、蓄積する機能を有すること。

(d) データ送出

センサデータ起動信号により蓄積されたセンサデータを 100 bps の ASCII コードにて送出のこと。

表 4. 1

Frequency Allocation for DCP Response Channel

<u>No. of Channel</u>	<u>Frequency MHz</u>	<u>Remarks</u>			
1	402.002577				
2	402.005577				
3	402.008577				
4	402.011577				
5	402.014577				
6	402.017578				
7	402.020578				
8	402.023578				
9	402.026578				
10	402.029578				
11	402.032578				
12	402.035579	Channels available during FCGE			
13	402.038579	✓	✓	✓	✓
14	402.041579	✓	✓	✓	✓
15	402.044579	✓	✓	✓	✓
16	402.047579	✓	✓	✓	✓
17	402.050579	✓	✓	✓	✓
18	402.053579				
19	402.056580				
20	402.059580				
21	402.062580				
22	402.065580				

<u>No. of Channel</u>	<u>Frequency MHz</u>	<u>Remarks</u>
23	40 2.0 6 8 5 8 0	
24	40 2.0 7 1 5 8 0	
25	40 2.0 7 4 5 8 1	
26	40 2.0 7 7 5 8 1	
27	40 2.0 8 0 5 8 1	
28	40 2.0 8 3 5 8 1	
29	40 2.0 8 6 5 8 1	
30	40 2.0 8 9 5 8 1	
31	40 2.0 9 2 5 8 1	
32	40 2.0 9 5 5 8 2	
33	40 2.0 9 8 5 8 2	

4.3 試作機の設計

海上の気象、水象の観測データを衛星、地球局を経由して D P C (指令データ収集センター) へ伝達する船舶通報局の無線装置は、GARP/Cに基づく国際的システムに含まれるものであり、基本的仕様は気象衛星システム国際調整会議、CGMSのシステム、エンジニアリング作業部会の勧告に従って定められる。

本研究における試作無線装置の仕様は、CGMSの勧告を基礎として作製された昭和 49 年度第 1 ~ 5 研究部会の報告書の試作機の仕様に従っているが、その後 CGMS の勧告 (CGMS-V) が発表され、これに沿って、試作機の仕様を 4.2 節のように変更した。

試作無線装置としては、D P C からの呼出し (INTERROGATION) に応じ、あるいは一定時間ごとにセルフタイムによって通報局に入力されている気象、水象観測データを定められたホーマットに従って、衛星に向けて自動的に送信する応答形と定時形を考えられる。これら応答形および定時形は、周波数同期方式によってシンセサイザ方式と固定周波方式に分けられるが、本研究における試作機は無線装置の構成ユニットの組合せによって定時形および固定周波方式へ変更可能な応答シンセサイザ方式である。定時形の場合、上記構成ユニット以外にタイマユニットが必要となるが、タイマ回路はあまり技術的に難しいものではないとの観点から今回の試作検討には含めていない。

船舶通報局の無線装置は空中線設備、無線装置、センサまたは制御端末の機器によって構成されるが、船舶通報局の場合、気象、水象観測は本船の観測者により定時に行われ、観測データはデータ入力端末に手動で入力されるのでセンサについては本研究の検討事項から外した。

4.4 試作装置の説明

4.4.1 概要

本研究において試作する応答シンセサイザ方式の有人観測手動データ入力の半自動方式の装置構成図は図 4.2 に示す通りである。

装置は大きく、空中線設備、無線装置、制御端末の 3 つの部分から構成され、空中線、駆動装置等の空中線部は室外に装備され、他の空中線制御、無線装置等は室内に装備される。

4.4.2 空中線設備

(1) 概 要

船舶通報局における空中線設備として、空中線に中利得の指向性空中線を使用する場合は、船舶の運動の如何にかかわらず、常に空中線を GMS の方向に指向保持しなければならない。4.2.5 の(2)に示す仕様の中利得空中線の場合、利得 10 dB を確保するための空中線ビーム幅は 30° であるから、空中線の指向軸は、空中線を頂点として GMS と空中線を結ぶ直線を中心の軸とする頂角 30° の円錐の中に収まることが必要となる。

一方、船舶の運動は A z 軸廻りの旋回が 360°、キール軸廻りに関するローリングを ±2.5°、キール軸に直交する水平軸廻りに関するピッキングを ±7.5° の範囲まで想定して居るので、これら船舶の運動のうち旋回とローリングに対しては指向制御を行わないと利得の確保は不可能となる。

従って、本空中線設備としては所定の空中線を A z 軸廻り 360° 全方向、ローリングに対し ±2.5° 修正制御し得るマウントに装備し、ピッキングに対しては無制御のものとして計画した。なお、マウントに装備された空中線部分は、当然船舶のデッキ上、あるいはマスト上に設置され、原則として全天空方向に障害物の無い場所が望ましい。そしてこの空中線部分は外気の厳しい環境に露されるので、レドームにより保護され、他の制御部分は無線室等の船内にコンソール形式で設置される。

(2) 構 成

本空中線設備は下記により構成され、それらの構成様態は図 4.3 に略図する通りであり、外形主要寸度は図 4.4 に示す。

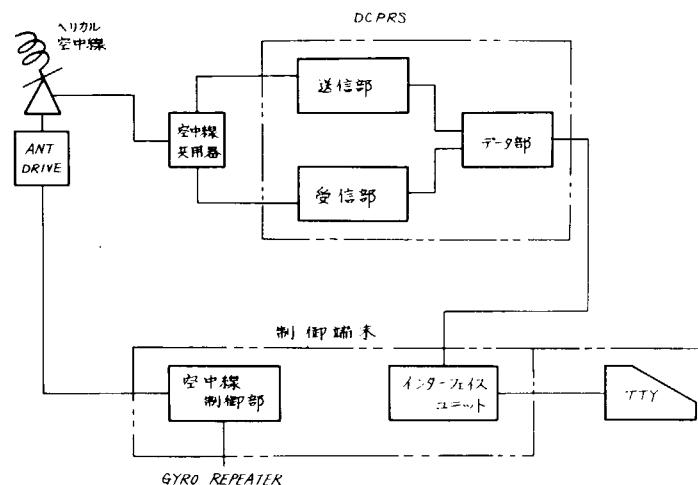


図 4.2 DCP 構成

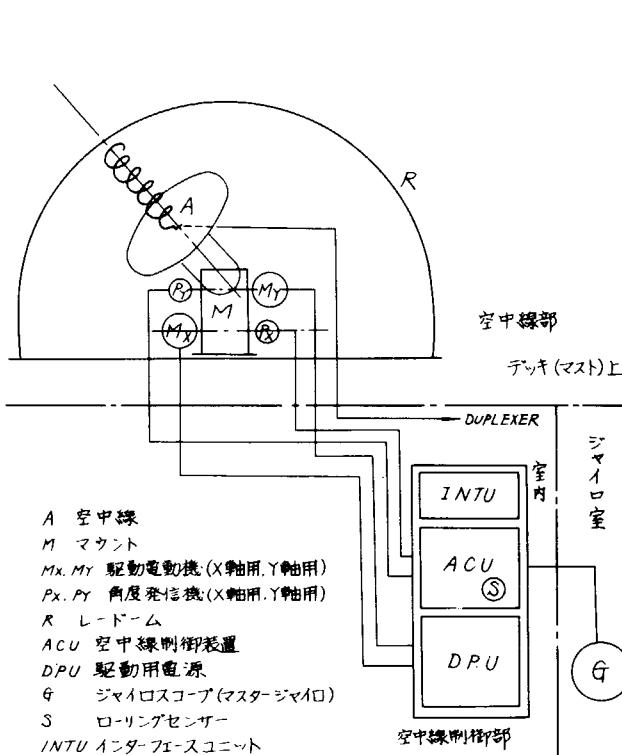


図 4.3

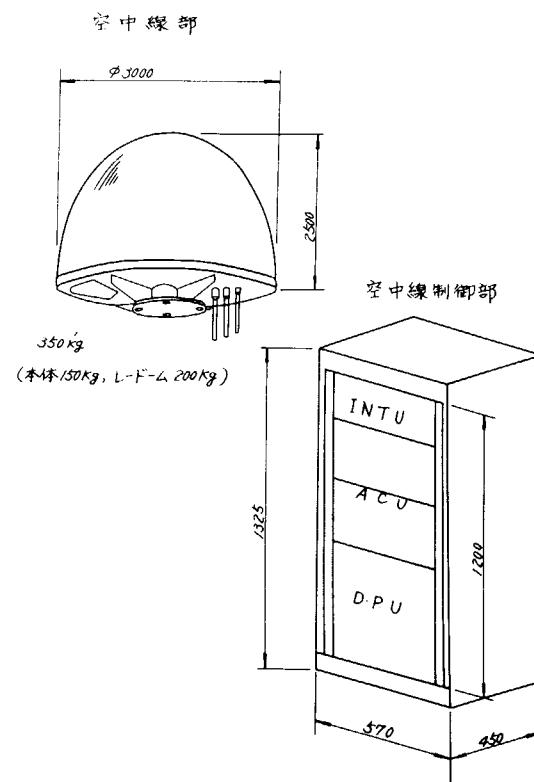


図 4.4

(a) 空中線部

空中線	5 ターン、シングルヘリックス
マウント	X-Yマウント
駆動装置	X軸およびY軸用サーボモータ各1
角度発信機	X軸およびY軸用ポテンシオメータ各1
レドーム	

(b) 空中線制御部

駆動用電源	D C サーボアンプ
制御盤	ジャイロインターフェイス
	A z - E _L → X-Yコンバーター
	ローリングセンサー

操作部、表示部パネル

空中線部はデッキ上あるいはマスト上に設置され、船上に於る厳しい環境条件(4.2.3)に耐えなければならないから、強固に作られると同時に、各部分をレドーム内に収納する構造である。そして天空に向って障害物の無い場所に設置されねばならない。

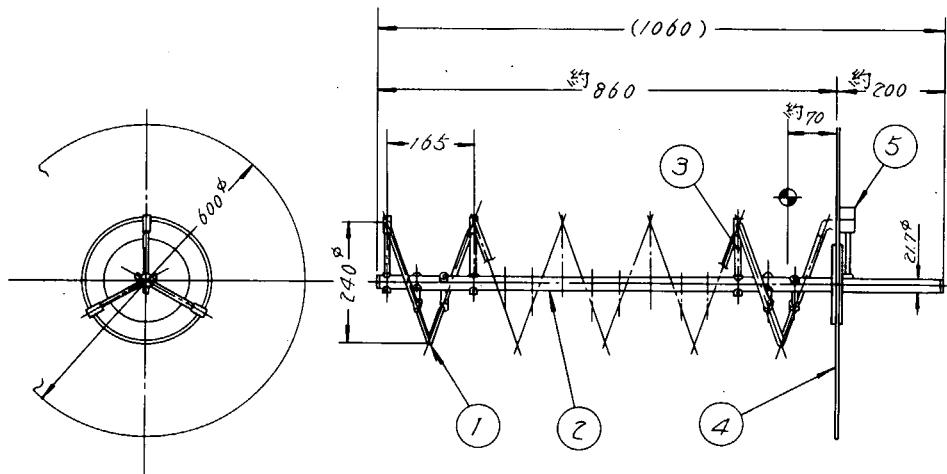
空中線制御部は1体のペイタイプの筐体に収められるように、各部がパネルラックに組立てられ、空中線の姿勢制御はこのパネル操作で行われる。なお、ペイの1部に無線設備のインターフェイスユニットが組込まれて居り、システム全体の操作の便を計っている。

(3) 各部の説明

(a) 空中線部

(i) 空中線

空中線は中利得の5ターンヘリックス空中線であり、レードームに収容して使用する。主要性能は下記に示す通りである。外観および指向特性図は図4.5、図4.6に示す。



5 トランス ASS
4 ハンシャイタ
3 ロッド
2 マスト
1 エレメント

図4.5 空中線外観

$$F = \frac{400}{470} \text{ MHz}$$

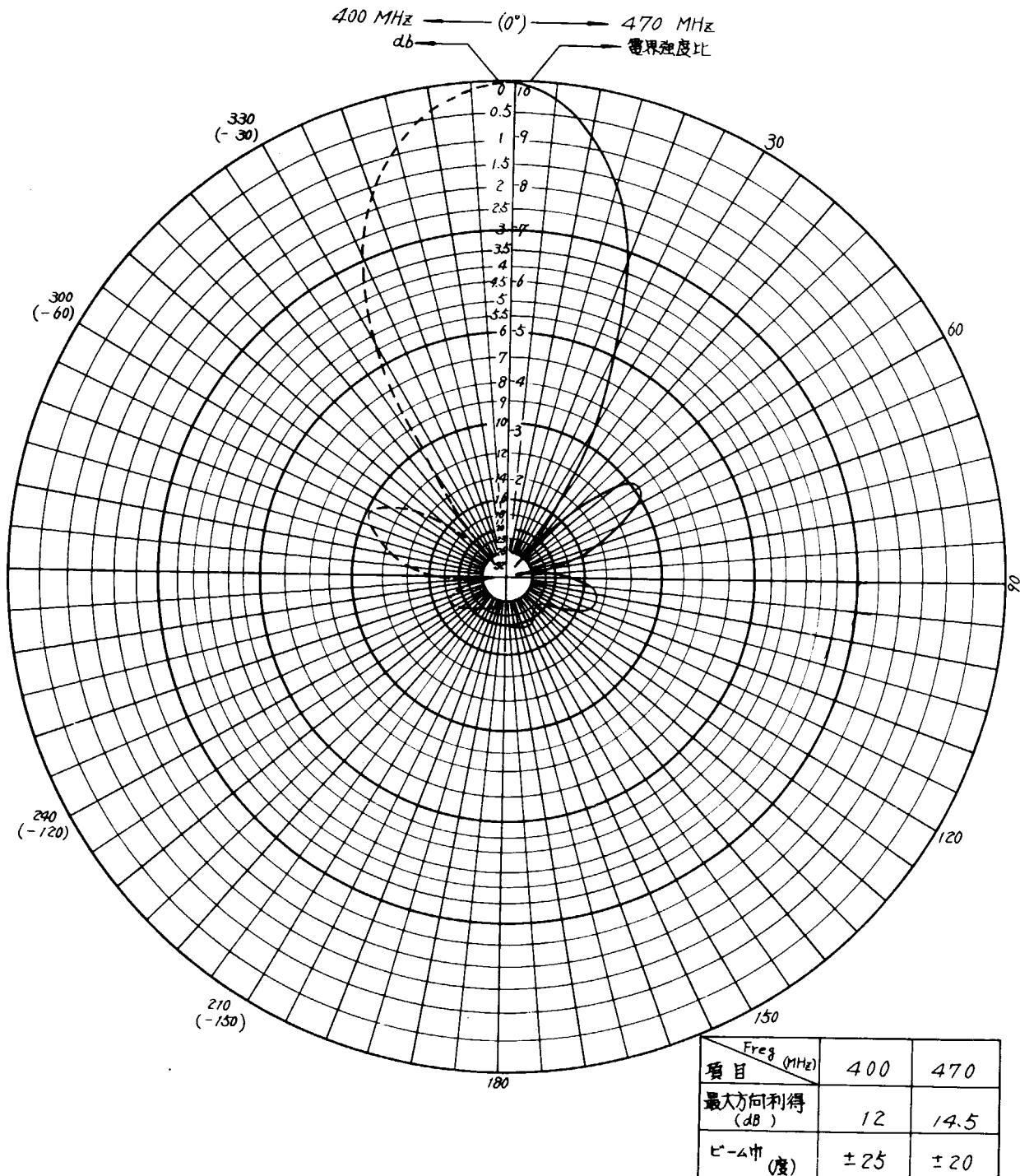


図 4.6 空中線指向特性

空中線仕様

周波数範囲	400 ~ 470 MHz 帯域
利得	主軸に対して ±15°において 10 dB i 以上
VSWR	1.5 以下
F/S	10 dB 以上
F/B	13 dB 以上
インピーダンス	50 Ω
許容電力	50 W
耐風速	60 m/sec
受風荷重	風速 60 m/sec のとき 約 113 Kg
重量	約 7 Kg

(ii) マウント

マウントは空中線を保持し、船舶の運動の如何にかかわらず GMSへの指向を保つようにした制御軸を持つ取付台である。マウントの機能を発揮するための制御軸形式には各種があり、それぞれの特徴があるが、次の理由により 2 軸系の X-Y マウントを採用した。

1) 構造が簡単である（軸の数が 2 である）

ロ) A z 軸廻りの旋回に関し、ロータリーカップラー、スリップリングを使用せずに無制限の自由度がある。

ハ) ローリング修正用の軸を追加しないでよい。

しかしながら次の如き問題はある。即ち、A z-EI 情報を X-Y 情報に変換する装置を必要とすること、および A z-EI マウントに比し回転半径が大きくなり易いことである。試作した X-Y マウントは、X 軸を船舶のキールに平行に支持し、Y 軸を X 軸に支持させるような軸配列を持った 2 軸制御マウントで、構造上の無理の無いよう X 軸と Y 軸との間隔を 300 精とった。

図 4.7 に構造寸度を示す。

以上の軸配列をとる関係から、

Az 360°、EI 15° ~ 90° に対し、X 軸、Y 軸共に ±8.5° の回転可動範囲を必要とし、X 軸に関してはローリング角を加算するので更に ±2.25° の可動範囲が必要となる。従って両軸の可動範囲は次の如くである。

X 軸 ±10.75° (機械的制限 110°)

Y 軸 ±8.5° (機械的制限 90°)

なお、仕様限界としては EI が 12.5° ~ 90° であるから、X 軸 ±10.0°、Y 軸 ±7.5° となる。

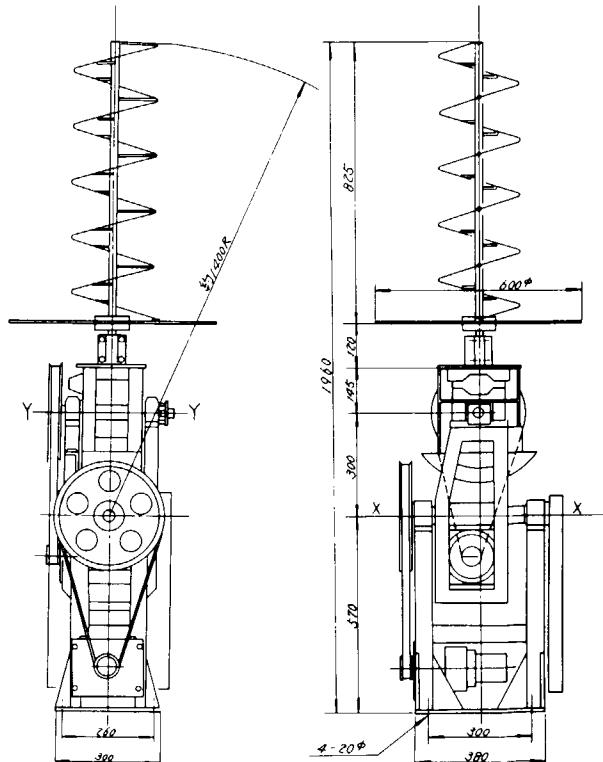


図 4.7 気象衛星空中線装置外観

(iii) 駆動装置

X軸およびY軸の駆動装置にはDCサーボモータを使用した。サーボモータの仕様は次の通りである。

形 式 JKPM-9ZG

ギアヘッドおよびタコゼネ付プリントモータ

定格出力 103Kg-cm 80 r.p.m (1.33 r.p.s)

モータ単位の定格回転数 4000 r.p.m

減速比 1/50

定格電圧 2.6 V

定格電流 5.7 A

サーボモータの出力軸とX軸およびY軸との結合は、シンクロベルトにより、その間約1/6に減速している。従って定格回転数に於るX軸、Y軸の回転速度は

$$0.22 \text{ r.p.s} = 1.38 \text{ rad/sec} = 79^\circ/\text{sec}$$

X軸の最大所要速度は、Az軸廻りの旋回角速度 $6^\circ/\text{sec}$ においてGMSを船首尾方向低仰角に指向するときに生ずる。仰角を最低限度の 5° にとった場合

$$\text{X軸の回転速度} = 6^\circ \times 1.4 = 8.4^\circ$$

であるから、上記駆動装置の定格回転数で充分まかなえることとなる。

(iv) 角度発信機

マウントのX軸およびY軸の回転角を検出し、後記の空中線制御装置により得られるX軸およびY軸の設定値(Az-EI→X-Yコンバーターの出力)に追従させるために、前記両軸に直結してそれぞれ角度発信機が取付けられている。角度の検出範囲は

$$\text{X軸} \cdots \pm 10.75^\circ \quad \text{Y軸} \cdots \pm 8.5^\circ$$

でよいから、角度発信機として1回転形のポテンショメータを使用した。また、空中線の指向方向を確認するための結果表示用X軸、Y軸回転角度指示発信機としても共用される。

(v) レドーム

デッキ上あるいはマスト上に設置される空中線部の機器を厳しい環境から保護するために、それらをレドームに収納する。

レドームは上部半球上のFRP、底部を平面状のプラットホームとしたもので保守用マンホールをプラットホームに設ける。半球状のFRPは平均厚さ4mmの縦に3分割されたシェル状のセグメントから成り、シェルの周辺のリブを合掌結合した構造のものである。

FRP半球部の組上り寸度は

最大外径(基部) 3m

高さ 2.5 m

である。

外周は表面コーティングを行い、耐候性と浸水性を保有させている。

(b) 空中線制御部

(i) 駆動用電源

駆動用電源は前記(iii)の駆動装置DCサーボモータに適合したサーボアンプで、主要性能は次の通りである。

形 式 CPCR-MRO1 JKPM-9Z用

電 源 単相 200/220V 単相 100/110V AC

$\pm 10\%$ 50/60Hz

主回路	トランジスター・ブリッジ方式
速度制御範囲	1000:1
速度変動率	負荷変動0~100%に対し 0.1%
	電源変動±10%に対し±0.1%
	温度変動25°C±30°Cに対し±0.5%
周波数特性	DC~500Hz
定格入力電圧	±6V
使用温度範囲	-10°C~+60°C
外附変圧器容量	300VA

(ii) 制御盤

制御盤(Antenna Control Unit, ACU)は、マウントのX軸、Y軸の回転角制御を行って、船舶の運動の如何を問わず空中線をGMSへ指向保持させる信号を駆動用電源に指令する装置である。

空中線をGMSへ指向保持する方法には、大別して次の2方式がある。即ち、

自動追尾方式(Auto Tracking System)

指令制御方式(Slave Pointing System)

である。本試作にあたっては、空中線のビーム幅が広いことおよび障碍物並びに海面反射の影響を受けないという利点から後者の指令制御方式を採用した。

試作した制御盤は次の機能を持っている。

1) 手動によるE I仰角の設定

2) 手動によるA z方位角の設定

3) 船舶の旋回によるA z方位の変化に対する自動修正

4) 船舶のローリングに対する自動修正

そして次の値を表示する。

5) E I仰角

6) A z相対方位角(船首方向を0°としたGMSの方位角)

7) ローリング角

8) X軸、Y軸の回転角

地球上の任意の地点からのGMSの方向は、テーブル等により仰角と絶対方位(真北を0°として計った方位)で得られるのに対し、マウントは船舶に固定されているから船を基準とした仰角と絶対方位に従ってマウントを制御する必要がある。一般に船舶には水平ジャイロスコープが備えられて居て、船舶の絶対方位を知ることは容易である。従って旋回により時々刻々変化する絶対方位の変化(ヨーイングを含む)に対応して相対方位情報を常時得るための

ジャイロインターフェース

が前記(iii)項のために必要である。

本試作によるマウントの軸方式はX-Y方式である。一般にGMSの方向として得られる情報はA z方位角とE I仰角の値であるからX軸、Y軸の回転角に変換するために

A z → X → Yコンバーター

がACUの中に組込まれる。

二項の機能を達成する手段として、X軸にローリング角を加算する方法をとるのが最も機構的に簡単な方法である。従ってACUの中には、ローリング角を検出する

ローリングセンサ

が組込まれる。

上記のジャイロインターフェイス、AZ-EI→X-Yコンバーター、ローリングセンサについては、次項以後に説明する。各要素の表示は数字表示とし、設定はサムホイールスイッチにより、結果表示は光電数字式とした。制御盤のブロックダイヤグラムは図4.8の通りであり、操作、表示盤の外観は図4.9の通りである。

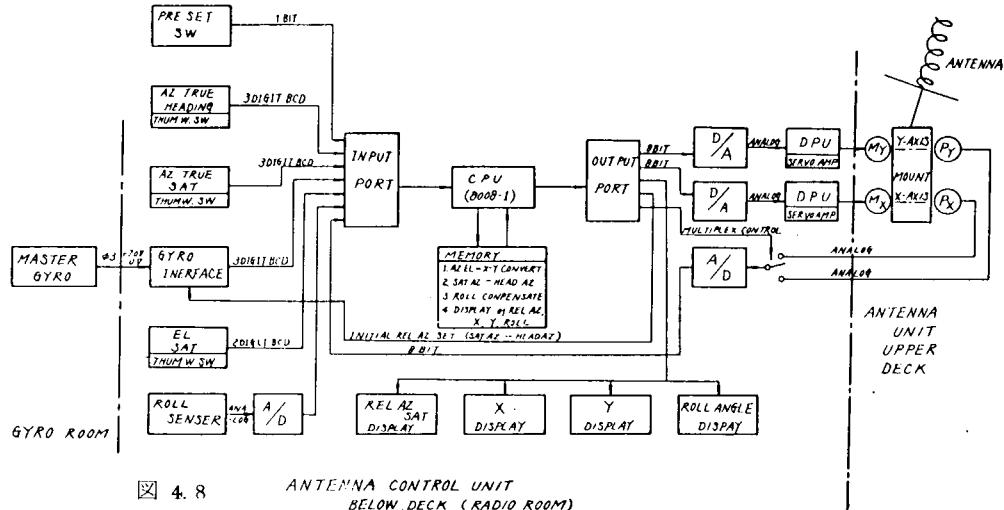


図 4.8 ANTENNA CONTROL UNIT
BELLOW DECK (RADIO ROOM)

(iii) ジャイロインターフェイス

船舶の運動のうち、旋回情報は本船に装備されているマスタジャイロ（水平ジャイロスコープ）から得られる。一般VCマスタージャイロからの信号は、3相のステップモータあるいはセルシンを同期回転させる形で出力されている。本試作においては、3相のステップモータを駆動するタイプの出力を対象として設計したが、モルシンの場合でも相数が同一であるから変更は容易である。

空中線をGMSの相対方位に維持するには、当初GMSの絶対方位および船舶の絶対方位を手動設定し、前者から後者を減算して相対方位を設定後、自動に切換えて後者の変化分だけ相対方位を随時変化させればよい。変化量の検出には、前記の3相のうちの1相VC出力される電圧パルスの数をカウントすることによりその量を他の相に出力されるパルスとの相関により土の判別をする。

(iv) AZ-EI→X-Yコンバーター

AZ-EI→X-YコンバーターはGMSのAZ軸回り相対方位角および仰角の値をX-YマウントのX軸の回転角およびY軸の回転角に変換する装置である。X-YマウントのX軸を船のキールに平行に保持し、Y軸をX軸に直交して保持させる配置をとった場合、AZ-EIの各角は次式によりX-Yの各角に変換される。

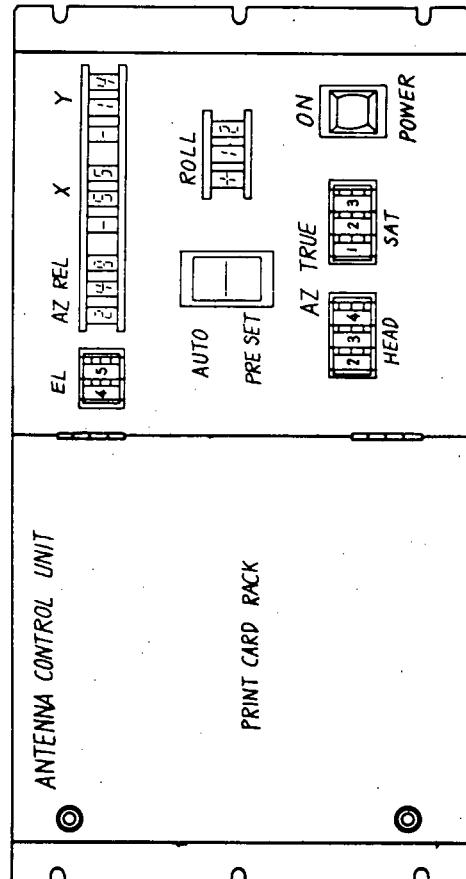


図 4.9

$$\xi = \tan^{-1} (\cot \theta \cdot \sin \varphi) \quad \dots \dots \quad (1)$$

$$\eta = \sin^{-1} (\cos \theta \cdot \cos \varphi) \quad \dots \dots \quad (2)$$

ここで ξ X軸の回転角で、天頂を 0° とし、船尾を背にして C.W. を +、C.C.W. を - とする

η Y 軸の回転角で ξ が 0° のときの天頂を 0° とし、左舷を向いて C.W. を +、C.C.W. を - とする。

θ E I 軸の回転角で水平を 0° 、天頂を 90° とする。

φ A z 軸の回転角で、船主方向を 0° として上からみて C.W. を +、C.C.W. を - とする。

コンバーターとして考えられるシステムには、電気計算方式と機械変換方式が考えられる。両者の利害得失について検討した結果は次の通りである。

電気計算方式

利点 ①) ディジタル処理がし易い。

②) 実用範囲内 ($E I 5^\circ$ 以上、ピッキングなし) では計算上ロッキング現象がおきない。

③) 可動部分がない。

欠点 ①) 分解能と計算時間に限界がある。(コスト・パフォーマンスの問題)

機械変換方式 (図 4.10)

利点 ①) 構造簡単で、変換のため

の計算時間を要しない。

②) 分解能に制限がなく常時連続して出力できる。

欠点 ①) 船首尾方向低仰角で、X 軸のメカニカルロックを起す恐れがある。(別途に回避する方法はあるが、構造の簡略化が損われる)

本試作においては、表示の近代化の意味からディジタル表示をとることとし、そのためには電気計算方式の方が便利であると云う判断から電気計算方式を採用した。また、空中線のビーム幅が比較的広いことから分解能の荒さはさしたる障害とならない。

本試作によるコンバーターに採用した計算方式のプロセスは次の通りである。

(1), (2)式の計算のために $\tan x$ 、
 $\sin x$ のテーブルを用意してメモリ

に記憶させる。 $\cot x$, $\cos x$ については $90^\circ - x$ として求めるものとし、 x の値は 1° 毎、 \tan については有効数字 2 桁、 \sin については小数点以下 3 桁までとする。

(1)式により ξ を求めるには次の手順で行う。

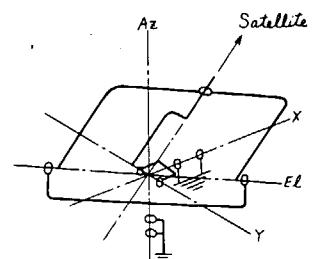
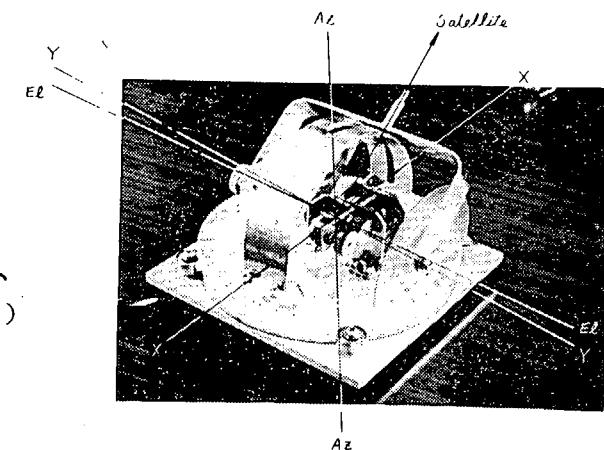
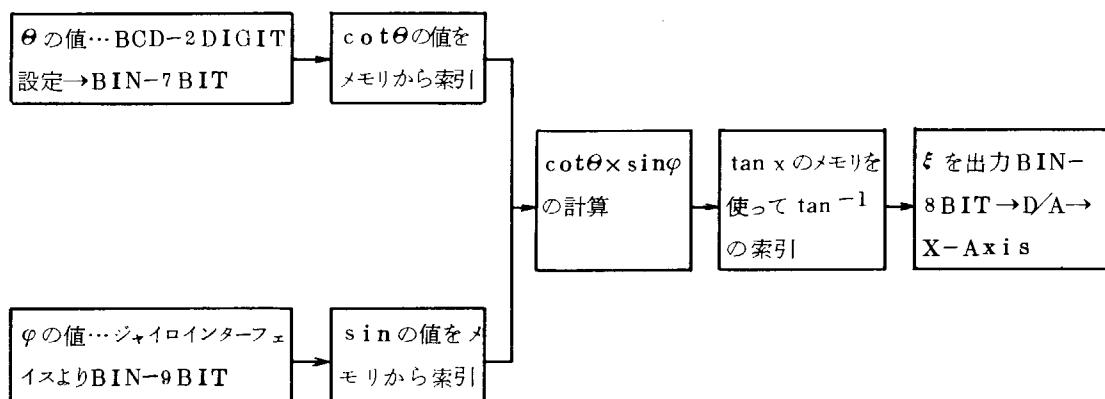


図 4.10



(2)式の ξ についても同じような手順により出力される。この計算方式による精度は $\pm 1^\circ$ 、計算に要する時間は、 ξ 、 η 両方出力するのに遅い素子を使っても $100m \cdot sec$ 以下、平均 $50m \cdot sec$ であり、 $100m \cdot sec$ の間隔で出力する。

変換計算のために生ずる理論上の追従誤差は θ を一定として、

$$\varphi \text{の入力が } 1^\circ \text{ 毎であるための誤差 } 1^\circ$$

計算時間平均 $50m \cdot sec$ のために生ずる誤差は、船の旋回角速度 (Turning Rate) を $6\% sec$ として

$$6^\circ \times 50 / 1000 = 0.3^\circ$$

計算時間毎隔 $100m \cdot sec$ のために生ずる誤差は Turning Rate を同じとして

$$6^\circ \times 100 / 1000 = 0.6^\circ$$

計算誤差 1° により生ずる誤差 1°

$$\text{合計 } 1^\circ + 0.3^\circ + 0.6^\circ + 1^\circ = 2.9^\circ$$

であり、これ以内の誤差が ξ 、 η に生じ得ることとなる。これを空中線のビーム幅で表わせば、ビーム幅 8.2° に相当する。使用する空中線のビーム幅は 30° であるから、なおビームの中心から各方向に対し 10.9° の余裕が残ることは図4.11の示す通りである。

なお、本試作に於ては、ピッキング $\pm 7.5^\circ$ について修正を行わないから、上記余裕のうちピッキングにより生ずる誤差を除いた範囲内の誤差で、ローリングの修正が行われる必要があることとなる。

(V) ローリングセンサ

ローリングの修正は、X軸の回転角にローリング角を加算することで行う。従って、ローリングセンサとしてはローリング角の瞬時値を常時得られる必要がある。そこで最も簡単なセンサとして振子式の傾斜計を採用した。傾斜計の性能の概要は次の如くである。

形 式 B-90W ポテンシオメータ式

応答速度 10° のステップに対し $0.1sec \sim 2sec$ 可変

ポテンシオメータの性能

有効電気角 90°

抵抗 値 $2K\Omega \pm 5\%$

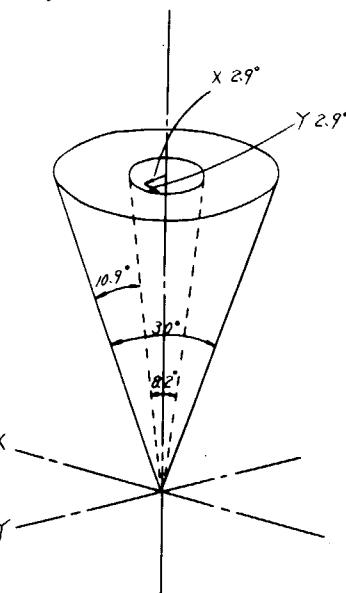


図 4.11

直 線 性	$\pm 0.2\%$
温 度 係 数	$\pm 50 \text{ PPM}$
寿 命	1,000 万回
環境性能	
温 度 範 囲	0 °C ~ 60 °C
完全密閉形	
耐 振	10 Hz ~ 60 Hz 10 G
精度(静定) $\pm 0.5^\circ$	

(4) 検討事項

空中線設備の機器としての概要は以上の如くであるが、結果として今回試作されるものの概略の寸度、重量は図 4.4 に示す通りとなった。船舶に装備する空中線設備としてはいさか大きく、且つ重いことは残念ながら免れられない。特に大きさについての問題は更に検討を要する問題と思われる。この改善につながる検討事項として次の事項があげられる。

- i) 振りの小さい空中線形式の選定
- ii) マウントの軸の配置上の工夫

船舶に於ける設置場所の選定についても大いに検討を要するところである。障害物による通信障害については、まだ充分な検討はされていないが、原則としては全天空に亘って障害物の無いことが望ましいには違いない。図 4.12 に望ましい設置場所についての例を図示したが、特にマストに設置するためには航海灯との関連等、構造強度以外の問題もあり、船舶の運航者および造船所の理解と協力が無いと一概に指定することは困難であろう。この設置場所の選定に際しても大きさ、重量がかかりを持つことを考えると、設備費の問題も含めて小形化、軽量化が空中線設備に於ける最重要課題として残るものと考えられる。空中線部と制御部との距離もそれらの設置場所に左右される。検討によれば、小型船(500 GT 未満)で 20~30 m、中型船(500~数千GT)で 30~50 m、大型船(10,000~GT)で 50~100 m が想定される。従って、両者を結ぶ HF ケーブル、電力ケーブル、コントロールケーブル等のロス補償については、予め設計上の余裕を見込む必要があろう。

4.4.3 無線装置

(1) 概 要

本無線装置は DPC から衛星を中継して送られてくる 46.8875 MHz の呼出し信号を受信し、データによって復調された呼出しコードが設定された自己の符号に一致すると直ちにデータ入力端末装置に蓄積されている気象、水象の観測データを自動的に送出する応答形 DCPRS である。

本装置は小電力動作、小形軽量、取扱容易な壁掛形の無線装置である。衛星から 46.8875 MHz の呼出し周波数が発射されると DCP は信号捕捉スイープを行い、この呼出し周波数にロックする。

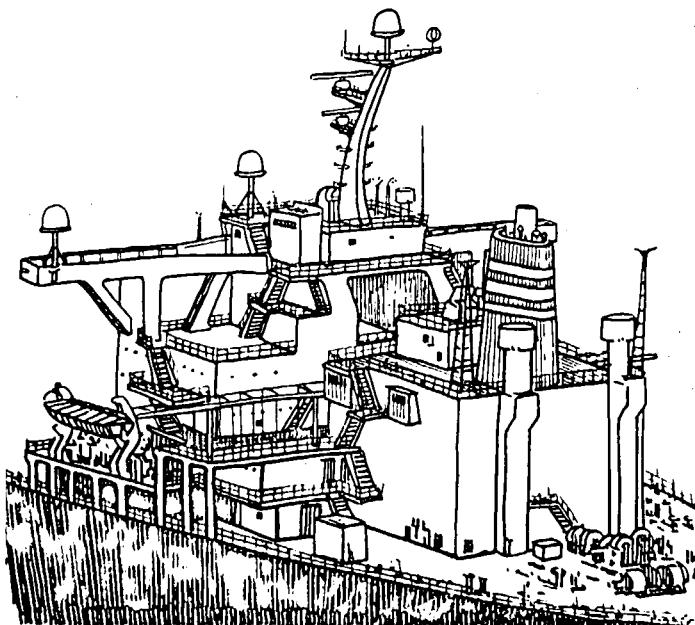


図 4.12

DPCからの呼出しコードのホーマットは大要下記の通りである。(図 4.13)

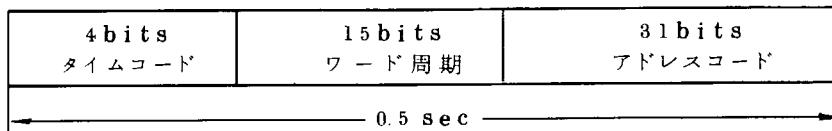


図 4.13

DCP受信機の待受状態からロック完了までの時間は1分以内と規定されている。この時間は、DCP呼出し時間にロスを与えることになる。従って、DCPの捕捉は呼出しコードのホーマットの前に無変調キャリアまたは60°変調されたキャリアで捕捉することが検討されている。

呼出しコードは、IRIG-Hコードを使用し、100 bits/秒の速度で送出される。

15 bit のワード同期は 100010011010111 で構成されるMLSコードである。

31 bits アドレスコードは表 4.2 に示す 21×31 のマトリックスによる $21/31$ BCHコードである。

アドレスコードホーマットは表 4.3 に示す。

DCP受信機は呼出し周波数にロックした後、15 bit のMLSコードでワード同期をとり、31ビットのアドレスコードと自局の符号を比較する。

アドレスコードが自局の符号に一致すると送信機を起動状態とし、データ入力端末装置へデータ起動信号を与えデータを送信する。

DCPから送出するデータ報告ホーマットは、図 4.14 のように信号捕捉のための0度位相キャリア5秒、1.0のビット同期2.5秒、15ビットMLSコード、31ビットアドルスコード、センサデータ、EOT(End of Transmission)で構成され全長1分以内である。データ報告ホーマットのアドレスコードは呼出しコードと同じコードが使用される。

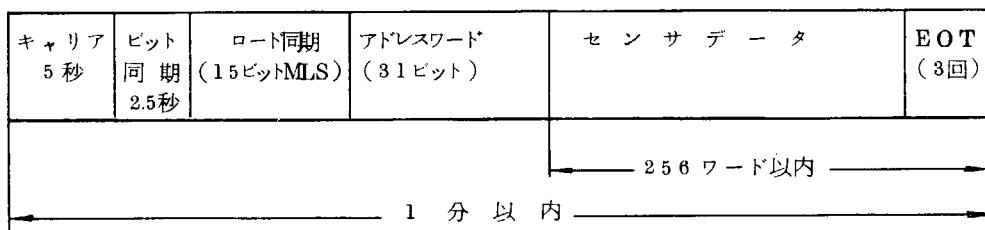


図 4.14 DCP 報告ホーマット

データは40.2~40.31MHzの帯域を3KHzごとに分割した33CHの内の割当てられたチャネル周波数により送信する。

データ伝送が完了すると自動的に次の呼出しを受信するまで待受け状態に復帰する。

DCPRSのタイムシーケンスは図 4.15 に示す通りである。

データビットとクロックの位相関係およびマンチェスターコードPSK変調の位相関係は図 4.16 に示す通りである。

(2) 構成

無線装置は下記のユニットによって構成される。

空中線共用器は、無線機部と別体で壁取付が可能である。

表 4.2 21/31 BCH Generator Matrix

表 4.3 アドレスコードホームページ

	ORIGINATING AGENCY	DCP TYPE	CALLING TYPE	SERIAL ADDRESS
1	3	2	1	14 Bits
0 : SURVEY	- 0 0 0 ---	-00	SHIP	
1 : DATA	- 0 0 1 GOES 1	-01	CARRIER	- 0 GROUP
	- 0 1 0 GOES 2	BALLOON		- 1 INDIVIDUAL
	- 0 1 1 GMS	-10	DRIFTING	
	- 1 0 0 U S S R	BUOY		
	- 1 0 1 M E T E O S A T	-11	OTHERS	
	- 1 1 0 ---			
	- 1 1 1 ---			

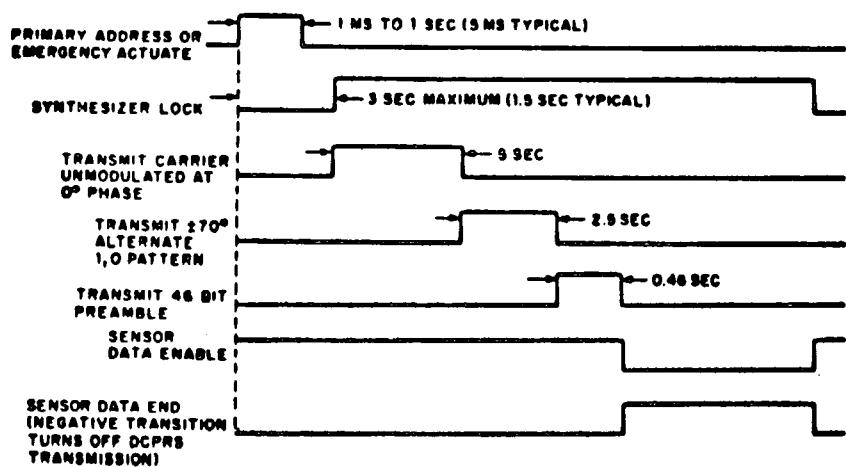
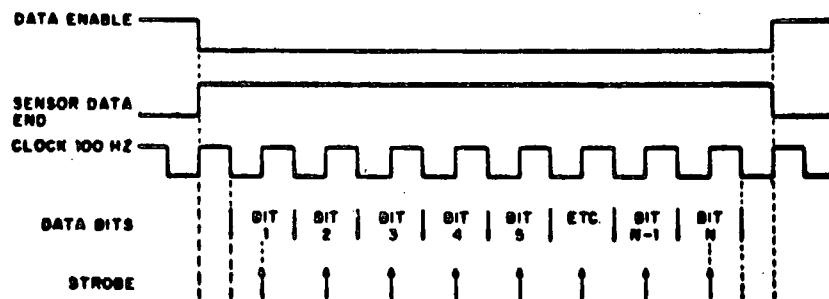
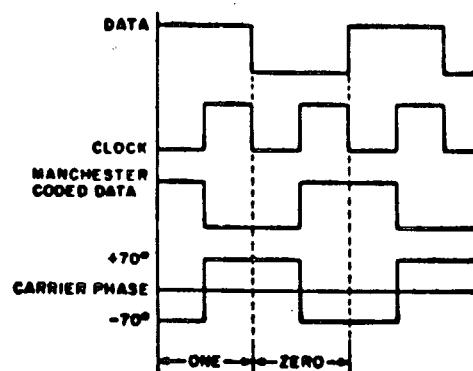


图 4.15 DCPRS Interface Timing Sequence



Clock and Data Phase Relationships



Modulation Definition

图 4.16

(a) 空中線共用器	1
(b) 無線機	1
(i) 外筐	1
(ii) 受信部	1
RF/IF ユニット	1
RLO ユニット	1
DEM ユニット	1
DEC ユニット	1
(iii) データ部	1
PRO ユニット	1
1MHz OSCユニット	1
(iv) 送信部	1
TRANS ユニット	1
SYN RF ユニット	1
SYN DIGユニット	1
REF OSCユニット	1
(v) エリミネータ	1

(3) 各部の説明

(a) 空中線共用器

送信用空中線と受信用空中線を共用する際、送信、受信間の干渉を取除くために使用するものである。主要性能は下記に、また外観は図 4.1.7 に示す通りである。

主要性能

使用周波数	402MHz～470MHz
周波数間隔	6.5MHz 以上
挿入損失	送信側 0.8dB 以下 受信側 0.8dB 以下
減衰量	送信側 8.0dB 以上 受信側 8.0dB 以上
定在波比	送信側 1.3 以下 受信側 1.5 以下
入出力インピーダンス	50Ω
入出力接栓	N型
許容電力	10W

(b) 無線機

本無線機は D C P から呼出された場合、観測データを所要電力まで増幅し、402～403.1 MHz 内の設定された無線チャネル周波数で送信する。

各部の詳細は下記に、また外観および構成は図 4.1.8 および図 4.1.9 に示す。

(i) 受信部

受信部の RF/IF ユニットにおいて無線装置の RF と IF 利得、NF および選択度が殆んど決定される。

第 1 中間周波は 21.4MHz、第 2 中間周波は 455.32KHz である。455.32KHz で位相検波を行っている。RLO ユニットは受信局発部である。受信の第 1 局発には周波数安定度の

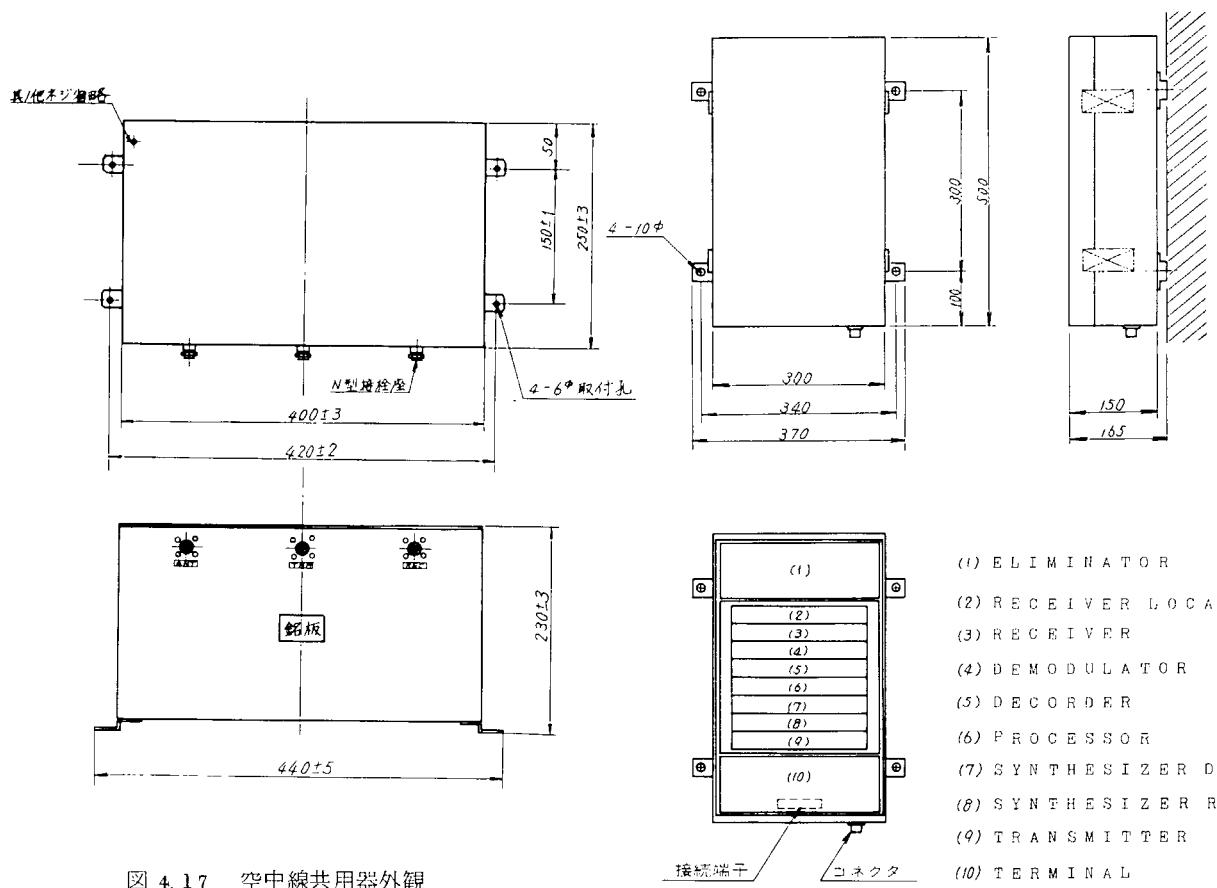


図 4.17 空中線共用器外観

図 4.18 DCPRS 外観

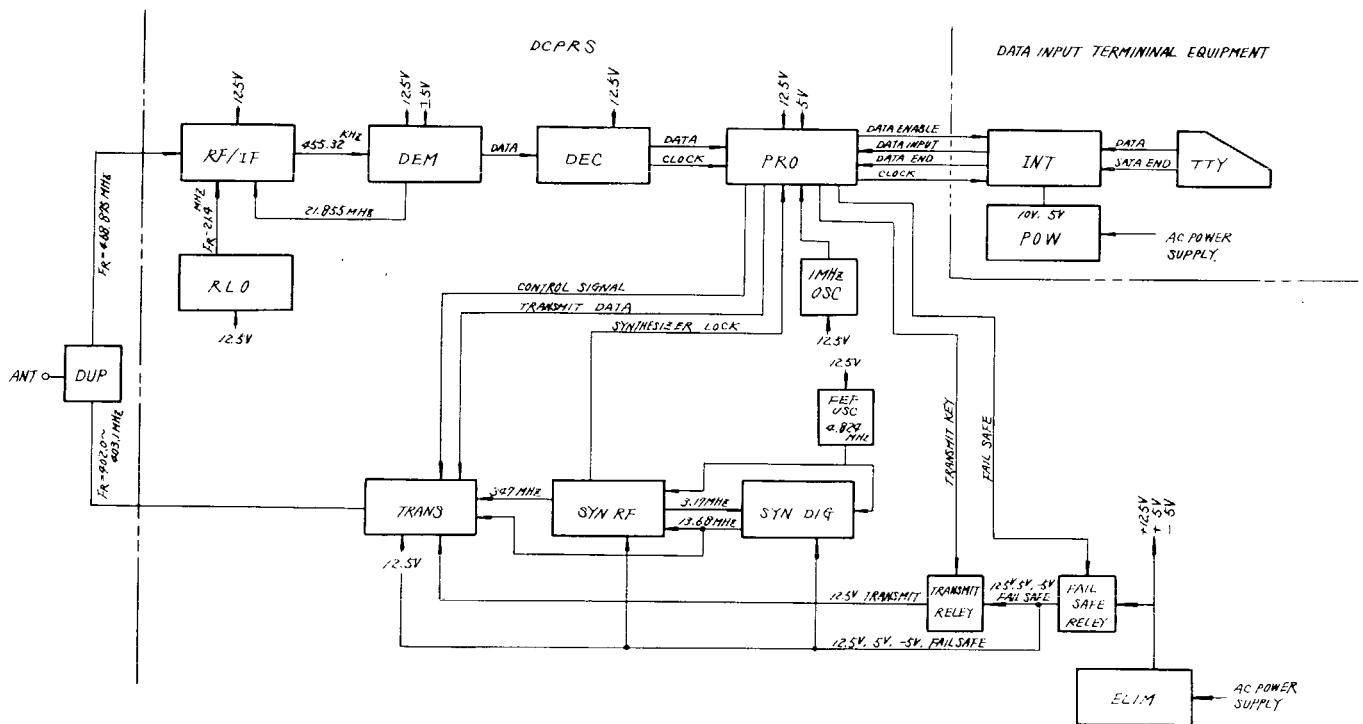


図 4.19 DCPRS / CTE INTERROGATED / SYNTH

良い水晶発振器(TCXO)を、また第2局発にはVCO出力を2倍したものを使用している。呼出し周波数が受信されると受信機はPLL回路によってその搬送波にロックし、呼出し信号によってピット同期をとる。

受信部で復調された呼出しコード、データはPROCESSOR(PRO)ユニットへ送出される。

(ii) データ部

PROユニットでは復調された15ビットMLSコードにより、ワード同期をとり、31ビットのアドレスコードと設定されている自己の符号を比較検出する。

符号が一致すると直ちに送信部に対し送信起動信号を、また、データ入力端末装置に対してはセンサデータ起動信号を送出し報告ホーマットにしたがってデータを送出するようにシーケンスを動作させる。

データ入力端末装置からのデータはマンチュスターコードVC変換し、送信部へ送出する。

DCPRSの自己符号はダイオードアレイの接続変更によって変えることができる。100Hzのクロックは1MHz 水晶発振器出力を分周したものである。データ入力端末装置からのセンサデータ終了信号により送信部へ送信断の信号を送出する。データ送出終了後も誤動作のため送信状態が続くことを防止するFailSafeは、データ報告が通常1分以内で終了するため、送信状態から約1分間後、強制的に送信を断している。

FailSafe時間の設定にはタイマー回路を使用している。

(iii) 送信部

マンチュスターコードに符号化されたデータは±60°PSK変調器で変調され、送信周波数まで倍増される。

送信周波数は、シンセサイザ方式による同期方式をとっている。REF、OSCユニットは送信基準周波数発信機であり、SYN、DIGユニットの分周回路の変更により報告チャネル周波数の変更が可能である。

SYN RFユニットは、送信の同期に必要な周波数を得るために通信器、ミキサ、バッファで構成されている。

TRANSユニットにおいて変調され、倍増されたデータは所要の電力まで増幅され空中線共用器を通して空中線へ供給される。

(iv) エリミネータ

AC100V/200V、60Hzの船内電源により動作し、DCPRSの各ユニットへDC12.5VおよびDC5Vの電源を供給する電源部である。

(4) 中間データ

ブレッドボードによる無線装置の特性は下記に示す通りである。

(a) FailSafe

誤操作による連続的送信防止のFailSafeは送信動作リレーをタイマー回路によって送信起動から約60秒経過後送信動作リレーをOFFにして強制的に送信を断している。

FailSafeの動作時間の設定は報告データが256字以内に収まればデータ報告ホーマットの全長は約40秒になるとの観点から送信起動後60秒とした。

動作時間はタイマー回路の変更により任意に設定できる。

(b) 送信電力

衛星方向に放射されるEIRPは52dBm以下である。また、下限を43dBmとしたときの送信機出力は下記のようになる。

使用する中利得空中線の最大方向利得 : 12 dB_i
 空中線と DCPR_S間の給電線および空中線共用器損失(フィーダ 50 m) : 3 dB
 すると、

送信機出力は

$$P_T(\text{MAX}) = 52 \text{ dBm} - 12 \text{ dB} + 3 \text{ dB} = 43 \text{ dBm} = 2.0 \text{ W}$$

$$P_T(\text{MIN}) = 43 \text{ dBm} - 12 \text{ dB} + 3 \text{ dB} = 34 \text{ dBm} = 2.5 \text{ W}$$

となる。

試作機の送信出力は 5 ~ 12 W に設定可能である。

(c) 周波数安定度

送信基準周波数およびクロックの発信機には、-20°C ~ +50°C の温度変化に対して 0.5 ppm 以下、長時間安定度 1 ppm/年 以下の規格を満足する恒温槽の水晶発振器を使用している。

受信第 1 局発の発信機は、TCXO であり温度に対する周波数安定度は 1 ppm 以下である。

(d) 送信スブリアス

送信機出力端において高調波成分、送信局発周波数成分は送信出力に対し、-60 dB 以下である。

(e) 受信不要輻射

受信入力端に漏洩してくる第 1 局発等の局発成分および電源からの漏洩電圧は -73 dBm 以下である。

(f) 受信妨害レベル

試作機において受信機に仰圧を与えない送信およびイメージ周波数成分の妨害レベルは受信機入力端において次のとおりである。

送信周波数 -35 dBm 以下

イメージ周波数 -100 dBm 以下

試作空中線共用器では送信周波数に対し 80 dB 以上、イメージ周波数に対し 40 dB 以上の減衰を得ているので、イメージ周波数成分に対しては受信機入力端において -60 dBm まで許容される。また、10W(+40 dBm) 送出時における受信機入力端の送信周波数成分は、-40 dBm 以下であり受信機に対して影響を与えない。

(g) ピッド誤り率

GMS の PFD は

$$\text{MIN} : -124 \text{ dBm/m}^2 = -154 \text{ dBw/m}^2$$

$$\text{MAX} : -97 \text{ dBm/m}^2 = -127 \text{ dBw/m}^2$$

$$\text{周波数 } f = 46.8875 \text{ MHz}, \lambda = 0.64 \text{ m}$$

等方性空中線の等価開口面積 A_e は

$$A_e = \lambda^2 / 4\pi = 0.0326 \text{ m}^2 (-14.9 \text{ dB} \cdot \text{m}^2)$$

受信有能電力 C は

$$C = (\text{PFD}) \times A_e = -154 - 14.9 = -168.9 \text{ dBw} = -138.9 \text{ dBm}$$

受信機雑音指數を 5 dB としたときの等価雑音温度は

$$T_e = 640^\circ K (28 \text{ dB}^\circ K)$$

空中線雑音温度 T_a = 150°C (21.4 dB °K) とすると総合雑音温度は、

$$T = T_a + T_e = 640^\circ K + 150^\circ K = 790^\circ K (29 \text{ dB}^\circ K / Hz)$$

空中線利得を 0 dB_i とすると

$$G/T = -29 \text{ dB}$$

受信 C/N_0 は

$$C/N_0 = C - K + G/T$$

$$K = -22.8.6 \text{ dBw} / ^\circ\text{K}/\text{Hz}$$

$$C/N_0 = -16.8.9 + 22.8.6 - 29 = 3.07 \text{ dB} \cdot \text{Hz}$$

帯域幅 = 150 Hz、60°PSK変調におけるビット当たりの電力対雑音電力密度比 E_b/N_0 は 7.7 dB である。この値におけるビット誤り率 (BER) は $10^{-2} \sim 10^{-3}$ である。

BERが 1×10^{-5} を確保するためには、理論的に 11.7 dB の C/N が必要となり、このときの所要受信機入力は約 -135 dBm となる。この値が理論値の限界である。

今、中利得空中線のビーム幅端利得が 9 dB、給電線および空中線共用器の損失が 3 dB である場合を考慮すると、最小 PFDにおける受信機入力は

$$P_R = -13.8.9 + 9 - 3 = -13.2.9 \text{ dBm}$$

また、空中線共用器を無線装置の筐体に実装することを考えた場合、共用器の損失は 1 ~ 2 dB 大きくなるので、この場合の受信機入力は約 -135 dBm となり、 1×10^{-5} の BER の理論値と略等しくなる。

(h) 捕捉時間

受信機で必要とする I F の帯域幅は

受信周波数の偏差	±100 Hz
第1局発の周波数安定度	±450 Hz
信号帯域幅	±100 Hz
合計	±650 Hz = 1300 Hz

従って捕捉のためのスイープ帯域幅は 2 kHz とする。

$$\text{スイープ帯域幅} = 2\pi \times 2 \times 10^3 = 1256.64 \text{ rad/s}$$

スイープレイト $\Delta\omega$ は

$$\Delta\omega = \omega_n^2 (1 - 1/\sqrt{P_{SN}})$$

ここで ω_n は自然周波数、 P_{SN} は PLLループの SN 比である。受信入力 -135 dBm のとき、 P_{SN} は次の条件より求まる。

$$P_{SN} = P_r - KTB - 10 \log BL - PSM - NF + GA - PM$$

P_r : 受信入力レベル -135 dBm

KTB : -174 dBm

BL : ループ帯域 20 Hz (データ速度より決定)

PSM : スピン変調ロス 3.6 dB

NF : 受信機雑音指数 5 dB

GA : アンテナ利得 0 dB

PM : 60°変調によるキャリア低下 6 dB

$$\therefore P_{SN} = -135 + 174 - 10 \log 20 - 3.6 - 5 + 0 - 6 = 11.4 \text{ dB} \rightarrow 13.8 \text{ 倍}$$

次に ω_n は、PLLの片帯域 ω_3 dB = 10 Hz、ダンピング係数

$\zeta = 0.5$ のとき

$$\begin{aligned}\omega_n &= \omega_3 \text{ dB} / [2\zeta^2 + 1 + \sqrt{(2\zeta^2 + 1)^2 + 1}]^{1/2} \\ &= 2\pi \times 10 / [2 \times 0.25 + 1 + \sqrt{(0.5^2 + 1)^2 + 1}]^{1/2} \\ &\approx 3.46 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

となる。これにより

$$\begin{aligned}\Delta\omega &= \omega n^2 (1 - 1/\sqrt{P_{SN}}) \\ &= 34.6^2 (1 - 1/\sqrt{13.8}) \\ &\approx 874.9 \text{ rad/s}\end{aligned}$$

捕捉確率 95% を考慮し、試作機の $\Delta\omega$ は 583.3 rad/s とした。

このスイープレイトで 2 kHz の帯域をスイープした場合に要する時間は

$$\frac{\text{スイープ帯域幅}}{\Delta\omega} = \frac{1256.64}{583.3} = 21.5 \text{ sec}$$

試作受信機の 46.8875 MHz ± 100 Hz のキャリアに対する捕捉時間は 30 秒以内である。

(5) 検討事項

D C P の受信機は D C P から呼出された際や呼出し周波数を見失なった場合、信号の再捕捉を行うため、信号捕捉スイープをする。

信号捕捉時間は呼出し時間に相当なロスを与えることになり、このロスをできる限り減少させる必要がある。呼出しの際、信号捕捉を容易ならしめるため、呼出し期間の頭初に無変調キャリアを送出する案が最近の特別作業部会の報告でなされている。また、この報告には D P C からの指令によって DCPRS の Fail Safe を 90 秒間 Retrigger できることとなっているが、試作装置にはこのような機能は含まれていない。この機能をもたせるためには検出回路、タイムシーケンスをもう一度見直さなければならない。

船舶通報局におけるこの機能の必要性、指令のホーマット等について今後検討する必要がある。

DCPRS が Duplex 動作である場合を考慮し、空中線共用器を使用したが、Simplex 動作のみでよい場合には Duplexer は不要となる。

試作の空中線共用器は、低損失のものを考えたため形状が大きく DCPRS と別体となつたが、DCPRS と一体になる方が好ましい。従って、給電線の種類および長さ、送信機出力、受信感度等の条件にもよるが、空中線共用器の損失をある程度大きくした場合の検討および DCPRS が Simplex 動作である場合の空中線渦波器について検討を行っている。

上記を含めた CDAS とのインターフェイスの条件に検討中のものがある。従って検討結果によっては現在の試作機の仕様が変更される。

4.4.4 制御端末

(1) 概要

制御端末は、センサにより観測された気象、水象データの入力、無線装置および空中線装置の制御を行う操作部である。

データを入力するデータ入力端末装置は、手動で入力されたデータを印字あるいは CRT ディスプレイにより表示することが必要であり、データの蓄積は IC メモリまたは紙テープで行う等が考えられるが、本研究においては経済性の面から印字表示、IC メモリ使用の方式を検討することとした。

データ入力端末機器としてはミニプリンタを使用し、入力はキーボードで行う。

データはアルファベットおよび数字の組合せで構成される ASCII コードである。

無線装置に関する操作は、データ入力端末装置で行う。

空中線制御に関する操作部は、4.4.2 の空中線設備の項に含まれるので、本項においてはデータ入力端末装置の説明のみとする。

(2) 構成

データ入力端末装置は、TTY、インターフェイス部、電源部から構成される。

データ入力端末装置

- (a) TTY 1
- (b) INT ユニット 1
- (c) POW ユニット 1

(3) 各部の説明

(a) TTY

TTYは、入力をキーボードで行うミニプリンタである。入力するデータは国際気象通報式のFM21V（海上実況気象通報式、完全型式）を基準とし、データを入力後、キーボードのEOTを3回押してデータが終了したことを示す信号を入力する。

データはASCIIコード（スタート 1ビット、情報7ビット、ストップ 2ビット）を使用する。運用者が観測データを入力する場合、最初に「LOAD」キーを押してからキーボードによりデータを入力する。データ入力中にDPCから呼出されてもデータは送出しない。

データ入力の終りにEOTキーを3回押してデータ終了信号を入力する。

データ入力後「END」キーを押すとデータ送出可能状態に復帰する。FM21Vの内容を表4.4に示す。

TTYの外観は図4.20、キーボード配列は図4.21に示す通りである。主な機能および性能は下記に示す通りである。

TTYの主な性能

通信速度	100ビット／秒
印字速度	15字／秒以下
使用コード	CCITT No5
最大印字数	74字
印字間隔	10字／25.4mm
行間隔	4 1/4行／25.4mm
印字方式	5×7 ドットマトリックス
紙送り方式	フリクション
キーボード	電子化けん盤
電源	AC100V, 50/60Hz 最大(印字時) 60W
重量	約13.5kg

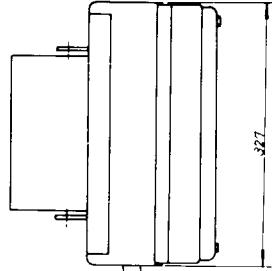
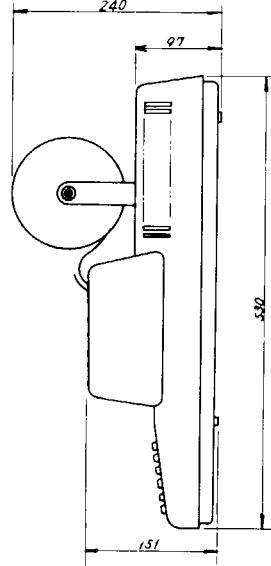
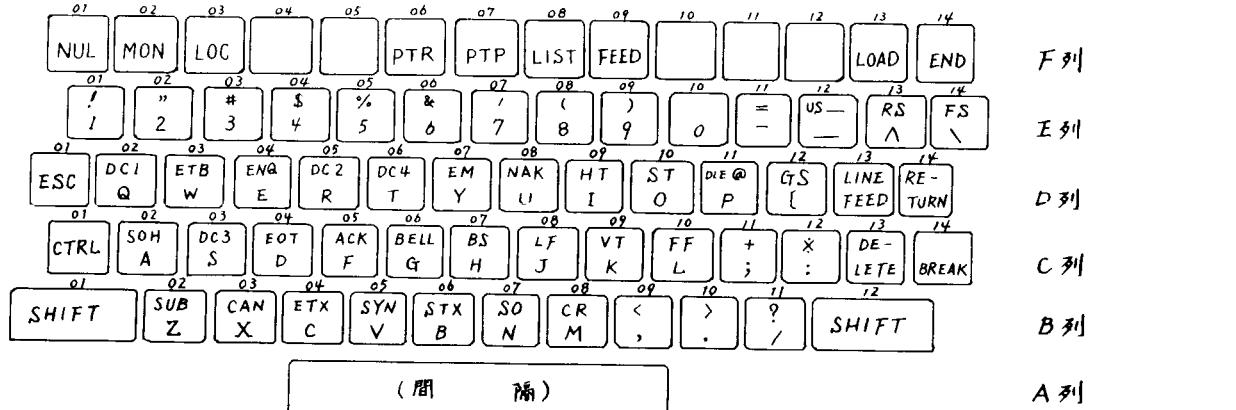


図4.20 TTY外観



*1. \ (E14) はコード送出するが受信の場合はプリントしない。

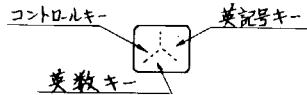


図 4.21 キーボード配列

表 4.4

海上実況気象通報式 FM2.1.V (完全型式)、FM2.2.V (省略型式)、FM2.3.V (簡略型式)

FM2.1.V 海上実況気象通報式 (完全型式)

NNXX 99LaLaLa QcLoLoLoLo YYGGiw Nddff VVwwW PPPTT NhClhCMCH Dsvsapp (7RRjj)(8
NsChshs)(9SpSpSpSp) OTsTsTdTd 1TwTwTwTw 2IsEsEsRs (3PwPwHwHw)(dwdwPwHwHw)(4RR
DLLM)「コオリ (または ICE)」の語につづき平文による記事または c2KDire 特殊現象記事

(注) JMC放送では第5群 (PPPTT) までおよび風浪、うねり群。JMB放送では船舶から報告された通報の全群。

- 99 船舶 (移動観測所) からの気象報であることを示す指示符で必ず報ずる。
- LaLaLa 緯度。度の10位、1位、1/10位。
- Qc 観測点における地球の四半球。 0° N~ 90° N、 0° E~ 180° E...1、 0° S~ 90° S、 0° E~ 180° E...3、 0° S~ 90° S、 0° W~ 180° W...5、 0° N~ 90° N、 0° W~ 180° W...7。
- LoLoLoLo 観測点の経度 (度の100位、10位、1位および1/10位)。
- YY グリニッヂ標準時による観測の日付。たとえば3日は03、15日は15と報ずる。
- GG グリニッヂ標準時による観測時刻、時の10位および1位。
- i w 風観測の種類を示すために報じ次の符号による。0...風は目測により観測 (風速は m/s)。1...風は測器を用いて観測 (風速は m/s)。3...風は目測により観測 (風速はノット)。4...風は測器を用いて観測 (風速はノット)。(注)本邦の場合は、3または4を使用する。
- Ds 船の進路、観測前3時間の位置から現在の地点への方向。北を8として8等分した数値で示す。0...位置変らず、9...不明。
- v s 観測前3時間を通じての船の速度
- app 地上実況通報式の説明参照。観測器機がなくてappを報ずることができない船は Ds vs // /を報ずる。
- OTsTsTdTd TsTs - 気温と海水温度との差。差の2倍を度の10位および1位を報ずる。気温が海水温度より低い場合はその差に50を加えて報ずる。

	T _d T _d - 露天温度、0°Cより低い場合はその絶対値に50を加えて報ずる。またこの場合100をこえた場合は100位を省略する。
1	海面水温と気温の1/10位を報する群を示す指示符。
T _w T _w T _w	海面水温(摂氏の度の10位、1位および1/10位)。0°C以下の場合は絶対値に500を加える。
t _T	PPPTT群のTTで報じた気温の1/10位を報ずる。この場合のPPPTT群のTTは気温の10位、1位を報じ1/10位は切り捨てる。また1T _w T _w T _w t _T 群を報じない場合は、PPPTT群のTTは気温の1/10位を四捨五入して10位と1位を報ずる。
2 I _s E _s E _s R _s	船舶に対する着氷の群。I _s は着氷の種類。E _s E _s は着氷の厚さ(単位cm)。R _s は着氷の速度。
3	風浪を報する群を示す指示符。
P _w P _w	風浪の周期、秒単位(秒の10位、1位)で報ずる。たとえば、4秒は04、15秒は15等と報ずる。
H _w H _w	風浪の高さ、0.5m単位で報ずる。たとえば0.5mは0.1、1mは0.2等と報ずる。
d _w d _w P _w H _w H _w	うねりを報する群。
d _w d _w	うねりの来る方向、36方位で報ずる。
P _w	うねりの周期 0…10秒、1…11秒、2…12秒、3…13秒、4…14秒以上、5…5秒以下 6…6秒、7…7秒、8…8秒、9…9秒、…静穏または周期が決定できない。
H _w H _w	うねりの高さ。0.5m単位で報ずる。たとえば0.5mは0.1、1mは0.2等と報ずる。 風浪がなく、うねりだけの場合は、風浪の群を00000と報じ、つづいてうねりを報する。
4 RRDLD _M	本邦の定点観測船のみ06Z、18Zに報じ、RRはそれぞれ00Zからの降水量の合計をあらわす。
c ₂ KD _i re	海上の氷について報する群。C ₂ …海氷の種類。K…航海によよほす氷の影響。 D _i …氷縁の方位。r…船から氷縁までの距離。e…氷縁の走向。

(付) 船舶気象報(船舶における気象、水象の観測と気象電報の打電)

海上における人命安全のための国際条約(SOLAS条約)および世界気象機関(WMO)条約は、航海の安全に資するため、海上の船舶において気象および水象の観測を行い、その成果を報告することを奨励、勧告している。この趣旨に基づいて条約加盟国のわが国においては、毎年1月1日現在でその年度の国際観測通報をおこなうわが国船舶を認定してWMO事務局に通知している。

また、わが国の近海を航行するわが国船舶に対しては、気象業務法第7条により運輸省令で定める船舶に対し、気象測器の備付けおよび気象、水象の観測とその成果を気象庁へ報告することを定めている。

(気象業務法抜萃)

1. 船舶による気象および水象の観測(気象業務法施行規則第4条抜萃)

令第4条の船舶は東は西経160度、西は東経100度、南は緯度0度、北は北緯65度の線により限られた海域において、毎日グリニッジ標準時の0時、3時、6時、9時、12時、15、18時、21時に、左に掲げる種目について気象および水象の観測をおこなわなければならない。但し中心示度が990ミリバール以下の熱帯低気圧の中心から500海里以内を航行していることを知った場合または気象もしくは水象の状況が異常であり、かつ航行上危険があると認められる場合の観測時刻は毎時00分とする。

2. 船舶による観測成果の報告（気象業務施行規則第5条、要約）

前条の船舶で本邦（離島を除く）の海岸から50海里以上を航行するものは、下欄に掲げる時刻の観測成果を、同条但し書きの規定により観測を行う場合は、当該船舶に乗組んでいる船舶通信士の執務時間内の毎正時の観測成果をただちに気象庁長官の定める型式により、電報で報告しなければならない。

(1) 現に船舶通信士の職務をおこなう者が1人乗組んでいる船舶

東は160E、西は115E、南は10N、北は65Nの線により限られた海域（甲海域）においては0時、6時、9時、12時。東は170E、西は160E、南は10N、北は65Nの線により限られた海域（乙海域）においては0時、6時、9時、21時。甲海域および乙海域を除く前条の海域においては0時、6時。（時刻はすべてGMT）。

(2) 現に船舶通信士の職務を行う者が2人乗り組んでいる船舶

甲海域においては、0時、3時、6時、9時、12時、18時、21時（GMT）

乙海域においては、0時、6時、9時、12時、15時、18時、21時（GMT）

甲海域および乙海域を除く前条の海域においては、0時、6時、12時、18時（GMT）

(3) 現に通信士の職務を行う者が3人以上乗り組んでいる船舶

甲海域および乙海域においては、0時、3時、6時、9時、12時、15時、18時、21時（GMT）

甲海域、乙海域を除く前条の海域においては、0時、6時、12時、18時（GMT）

但し、現に船舶通信士の職務を行う者が1人乗り組んでいる船舶であって、6時、21時が当該船舶通信士の執務時間以外であるもの（第3種局甲の1名乗組船）は、6時の観測成果は7時に報告し、21時の観測成果は報告しなくてよい。

3. 船舶気象報の電文と打電（わが国の船舶が気象庁へ報告する気象報）

通報型式 99LaLaLa QcL₀L₀L₀ YYGGgiw Nddff VVwwW PPPTT HhChCMCHD_sv_sapp OT_sT_sT_sT_s
1TwTw TwtT 2Is EsEsRs 3PwPwHwHw dwdwPwHwHw コオリ（またはICE）の語に続き平文による記事、またはc₂KD_ire

- (1) i w 風は目測により観測（風速ノット）=3、または、風は測器を用いて観測（風速ノット）=4のいずれかを使用する。
- (2) OT_sT_sT_dT_d この群のTs Ts の観測報告は要せず、代りに//（国内和文電報のときはンン、国際電報のときは//）を報じる。船舶気象観測表に記入するときは××。
- (3) 3PwPwHwHw dwdwPwHwHw この群の通報は、風浪とうねりが見分けられる場合は、d_wd_wP_wH_w群をくり返してもう一つ報ずることができる。風浪がなくうねりだけの場合は、風浪の群を30000と報じて続いてうねりを報ずる。風浪のみでうねりがない場合および風浪とうねりの区別がつかない場合は3PwPwHwHw群のみを報ずる。
- (4) 上記以外の各通報記号については、前項の「海上実況通報式」の各記号の説明に同じ。
- (5) 気象庁あての気象電報は、種類一キウキセウ。名宛一キセウ。発信記号—3001から毎月更新。料金—船舶は無料。

(b) **I N T** ユニット

本ユニットは **T T Y** に入力されたデータの記憶およびデータ起動信号の検出、データ終了信号を送出するユニットである。

記憶素子は最大 256 ワードまで記憶できる **I C** メモリである。

(c) **P O W** ユニット

本ユニットは **I N T** ユニットの動作に必要な電圧を供給するユニットであり、AC 100V/200V 60Hz の船内電源により動作する。

(4) 検討事項

試作における **T T Y** は経済性から入力データを印字表字するミニプリンタであるが、運用面等からの **C R T** ディスプレイの必要性、**T T Y** と制御装置の配置および使い方によって、電源の接続、その表示の実装位置等、全装置の制御操作機能について更に検討が必要である。

5 その他問題点

船舶通報局は、昭和52年から開始が予定されるFGGE(第1回全球実験計画)において数は少ないと予想されるが、国際DCPの重要な構成要素である。FGGEにおけるDCPの運用はGARP計画の目的からして学術的利用の面が強いが、将来のWWW計画においては気象予報精度向上のため船舶通報局は重要なデータ源であり、多数の船舶に装備されなければならない。気象業務法に基づく船舶の気象観測データの通報は、船舶無線局の運用義務時間の縮少とともに減少し、特に深夜の入電は激減している。また、船舶側からみても気象電報送信は船舶発信の大きな部分を占めており自動化できることが望ましく、また、これによる気象予報の精度向上は航行の安全と効率化に役立つ。しかしながら船舶通報局設備の設置を船主の費用負担により行うことは困難が予想されるので、しかるべき国家助成等の普及対策が必要である。

技術的問題点として船舶通報局のモードとしてセルフトライム形とインターロギーション形の何れが有効であるかの比較検討が重要である。船舶のように、入港等の休止時間のある通報局はシステム効率上インターロギーション形が望ましい。しかし機器のコストは無線機のみで、セルフトライム形に対してインターロギーション形は約1.5倍となる。インターロギーション形を船舶に設置する場合は船の運動を補正して衛星方向に指向する空中線装置が必要となり大幅なコスト増となる。さらに船上の空中線設置場所の選定、取付け用構造物の準備、工事費の増大など不利な条件が多い。船舶に普及のためには設置が容易で安価なセルフトライムDCPか、あるいは制御不要な低利得空中線を使用したインターロギーションDCPの検討が必要である。

観測データの入力を行う端末装置(インターフェイスを含む)は、大別して

- (1) センサから直接データを自動入力する自動形
- (2) 観測データを手動でセットする手動形
 - a カソード・レイ表示器つきのキイボード
 - b テープパンチまたは電子メモリつきのテレタイプ
 - c サムホイールスイッチ

の形式が考えられる。船舶運用者からみて、(1)の自動形は最も好しい形であるが、センサ自動化の程度により差違があるが自動センサコストが高くなる。

今回の試作機は、49年度の仕様決定にもとづき、センサに関しては触れず、テレタイプによる手動入力(半導体メモリ)方式とした。これは、完全形式の気象データ送信可能を前提としたためであるが、将来船舶の送信すべきデータの形式を整理するならば、自動形あるいは、より簡易な手動形を研究すべきである。

送信モードに関しては、試作機はインターロギーション形式で、複雑な空中線装備を含んでいる。無線機はモジールの一部削除、変更によりセルフトライム形式にも移行できるよう考慮されている。将来モルフタイム形DCPが船舶用として使用されるならば、変更に必要な低利得空中線、電力増幅器およびクロックモジュール等の用意が必要である。

6 今後の研究の進め方

6.1 今後の研究方針

気象衛星国際調整会議による国際D C Pの技術条件、運用条件の審議がすすみ、また、我国のG M S整備計画も最後の段階に入ってきた。今後、これらシステムの最終決定に従い仕様の修正を行い、試作機の製作を完了させる。

6.2 昭和51年度の研究計画

昭和50年度に引き続き試作機の製作を行い、機器の特性の測定および陸上におけるシミュレーション試験を実施し、52年度の実船装備試験の準備作業を行う。