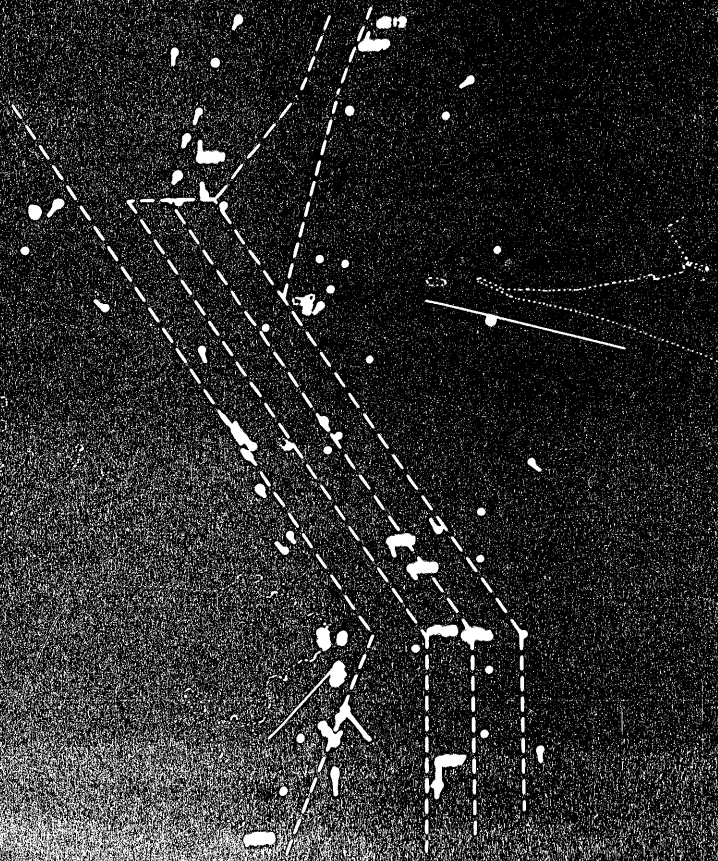


ISSN 0287-6450  
Denmark 1975

ELECTRONIC NAVIGATION REVIEW

# 電波航法



JACRAN. 31

1985


電波航法研究会 発行

Published by the Japanese Committee  
for Radio Aids to Navigation

# 完全自動 セナー デッカ受信機 SAH-1D



最新の電子技術を結集した完全自動化のデッカ受信機でデッカのレーン、または緯・経度のいずれでも表示でき、さらに航海計算等の種々の機能を内蔵しており、様々な航海情報を得ることができます。

 **セナー株式会社**

本社 〒100 東京都千代田区内幸町2-1-1(飯野ビル)  
TEL (03) 506-5331(代表)

札幌営業所 〒060 札幌市中央区南1条西1-1(東ビル)  
TEL (011)231-8421(代表)  
仙台営業所 〒980 仙台市中央2-8-16(仙台東京海上ビル)  
TEL (0222)63-0171(代表)  
神戸営業所 〒650 神戸市中央区栄町通3-6-7(大栄ビル)  
TEL (078)331-7292(代表)  
福岡営業所 〒810 福岡市中央区天神1-14-16(三栄ビル)  
TEL (092)711-1451(代表)

# 一 目 次

## CONTENTS

巻 頭 言	会 長 鈴 木 裕	( 2 )
Foreword	Chairman Hiroshi SUZUKI	
講 演		
Lecture		
私と電波航法との出逢い	庄 司 和 民	( 3 )
The Electronic Navigation and I	Kazutami SHOJI	
研 究 調 査		
Research and Investigation		
レーダの使用状況について	鈴 木 裕	( 6 )
The Use of Radar in Ships Obtained by Questionnaire and Answer	Hiroshi SUZUKI	
世界の船舶交通管理システム	藤 井 弥 平	( 14 )
Vessel Traffic Management Systems in the World	Yahei FUJII	
因島大橋船舶動静探知レーダ	小 野 沢 和 雄	( 22 )
Computer Aided Radar System for Vessel Detection in the Area under Innoshima Bridge	Kazuo ONOZAWA 島 谷 裕 Hiroshi SIMATANI 吉 川 照 夫 Teruo YOSHIKAWA	
船舶レーダによる波浪 (波向, 波長, 波速, 波高) の観測と波浪レーダの開発	萩 野 芳 造	( 31 )
The Sea Wave Observation (Wave Direction, Wave Length, Wave Velocity, Wave Height) by Marine Radar	Yoshizo HAGINO	
展 望		
Observation		
東京湾海上交通センターの業務概要	奥 山 隆 士	( 39 )
Outline of the Services at the Tokyo Wan Traffic Advisory Service Center	Ryuji OKUYAMA	
将来の地球的規模の海難救助安全システム	濱 路 和 明	( 47 )
Future Global Maritime Distress and Safety System (FGMDSS)	Kazuaki HAMAJI	
新製品紹介		
Introduction of New Products		
最適航海計画システム	原 泰 徳	( 55 )
Optimum Navigation Planning System	Yasunori HARA	
GPS 航法装置とその評価試験	富 岡 源 一 郎	( 58 )
GPS Navigator and Its Evaluation Test	Genichiro TOMIOKA 奥 山 昭 Akira OKUYAMA 中 村 幹 男 Mikio NAKAMURA	
研究会記事		( 63 )
Record		

# 巻 頭 言

(FOREWORD)

会 長 鈴 木 裕

Chairman

Hiroshi SUZUKI

前会長庄司和民氏の後任として、はからずも御指名を受け今年度会長に就任致しました。会員諸兄の御存じのとおり浅学非才、十分職責を全うできるかどうか、不安がつのるばかりでした。しかし、幸いにも良い副会長、幹事、事務局のかたがたに恵まれ、本会は今日まで支障なく運営され、感謝の外ありません。今後も本会の運営に当たっては元会長、前会長、先輩諸会員等の御指導のもと、海上保安庁のご意向も踏まえつつ、会員各位のお声を広く聞き現役員の皆様とともに協議しながら、進めて行きたいと考えています。

いうまでもなく、電波航法は今や、航海における利用だけでなく、航空、宇宙はもちろん、水中や陸上においても広く利用が検討されている状況です。その意味において、本会は創立以来 30 余年、一貫して広い意味での電子航法として研究を進めてきていることは、先輩諸兄のけい眼の賜ということができます。

電波航法の研究は永遠であります。我々が設定した期限はあくまでも暫定的なものでしかなくことを経験させられています。ギリシャ文字は  $\alpha$  から  $\omega$  まであります。オメガという名の時計も電波航法システムも最終的なものとして作られたとしたら、今や反省期になればなりません。そのままでは永遠のものではないことを知りました。クォーツの時計、NNSS、GPS 等つぎつぎと開発されているとおりです。

我々はこの会にあっては、手弁当で持ち寄るよう、先輩から受け継いでいます。そしてここで勉強し、得られたものを各自発展させて頂きたいと願うものであります。研究が真の意味で完了するということはありません。会を構成しているメンバー諸団体のかたがたとともに電波航法研究を永久に進めていくところに、真の意味でのオメガがあると考え次第であります。

## 私と電波航法との出逢い

東京商船大学名誉教授  
庄 司 和 民

### The Electronic Navigation and I

Professor Emeritus of  
Tokyo University of Mercantile Marine  
Kazutami SHOJI

#### 1. ま え が き

昭和 59 年 4 月 1 日をもって東京商船大学を定年退職致しましたが、この機会に電波航法研究会で何か話をするようにと言われました。

これまでの同様な方々と同じように私も思い出を語らせていただくこととしました。

#### 2. 音響測深儀についての思い出

私が東京高等商船学校に入学したのは昭和 13 年の秋でした。この頃から従来の錘をつけて測深管を下ろす水圧式の測深儀に代って、音響測深儀が商船に装備されはじめ、英国海軍で採用された磁歪式音響測深儀が、日本の戦時標準型船の航海計器として登場しました。船を停止させなくても水深の測れる画期的な測深儀として、レーダのまだなかった時代の霧中航行の安全を守る大切な計器でありました。しかし、その作動は何か今一つ安定を欠き、隔靴搔痒の感がありました。私は昭和 19 年 4 月に卒業して、すぐ母校の教壇に立ち、昨日までの下級生に、この音響測深儀の講義をさせられましたので、大変印象が深いのであります。戦後になって、魚探として研究開発が許されたので、大変に発達し、気泡の問題も解明されましたし、真空管回路も安定し、新しい発振材料も開発されて、今や世界有数の魚探や音響測深儀の製造国となっていることは皆様御存知のとおりであります。

思い出しますのは、当時海上電機に居られました西村一郎氏との出逢いで、大変に御世話になり、いろいろと御教えいただいたものでした。商船大学で実習船として

汐路丸 I 世を建造するとき、西村様から言われたとおりに、送受波器槽を設計し、槽内の船底方向以外には部厚くコンクリートを塗り、ヒマシ油を満して音響伝播能率を上げるように注文しました。造船所の技師の方は簡単に OK されましたので安心しましたが、後から、ヒマシ油などは下剤として飲むもので、安いものと思ったら、意外に高価で且つ大量に必要だったので大損をしましたと打あけられる笑い話がありました。

#### 3. レーダについての思い出

私が最初にレーダに出逢ったのは、学生時代でした。当時高等商船学校では卒業後海軍予備少尉に任官することになっているため、卒業前の 6 ヶ月間海軍砲術学校に派遣されることになっていました。私は昭和 18 年の 11 月から翌年 3 月まで派遣されました。この頃は、波長 1.5 m の 21 号電探や、波長 10 cm の 22 号電探が開発されたばかりで、昭和 17 年 7 月には 21 号が「伊勢」に搭載され飛行機を 55 km で、戦艦を 20 km で探知したとか、「日向」に搭載された 22 号電探では戦艦を 35 km で探知したとか言われていました。また 17 年 6 月のキスカ作戦に活躍したという話も伝わってしました。当然その頃の電探は A スコープ表示でありましたが、説明して下さった技術中尉の方から、反射信号の方位と距離をプロットすれば、霧中でも周囲の地形が画けて自船の位置がわかるという話を聞き、素晴らしい航海術の革命だなと感じたことを覚えています。それが、戦後になって、アメリカでは PPI 表示であることを知り、ますますレーダについて興味を起したのであります。少しばかり勉強していましたが、当時東京の海務学院に勤務し

ていて、清水の商船大学生に直接教える機会はなかったのですが、電気通信大学に航海概要を教えに行っていましたので、その時鳥滸がましくもレーダについて話をしました。まだその頃はあまりレーダのことは知られていなくて、学生達に聞きますと初めて航海用レーダについての講義を受けたと言っていました。

昭和25年1月28日付の連合軍覚書でレーダの研究や使用が禁止されていましたが、航海用としては重要なものということで航海用レーダについては解禁され、正式には翌26年8月7日に解除されましたが、実質的には既に海上保安庁をはじめ国鉄の青函連絡船、そして商船にも装備されはじめられていました。私も昭和26年の2月でしたか摩周丸が新造後浦賀から函館まで廻航するという機会に、これに便乗して実際のPPIをゆっくり観察させていただきました。陸地の地形が鮮明に出て、今船が何処にいるか一眼で分ることや、雨域が島のように見え刻々その位置や形を変えていくのがよく分ったのが印象的でした。このときは東京計器の波多野浩氏のはからいで乗せていただいたのですが、東京大学の阪本榎房先生と一緒に乗船することが出来大変幸運であったと思います。爾来、先生にはいろいろと御教示を受け、感謝しております。この頃に函館の海上保安庁の小艇で、激しくローリングするとき、真直ぐな防波堤がまがって見えるという話を聞き、良体の傾斜によるレーダの方位誤差について解明したこともありますし、電波航法研究会で行なわれたレーダ使用実績調査に際して、報告された他船レーダによる干渉波図形や、異常伝播図形、またレーダ偽像等の問題を解析したことも思い出に残っています。

また、この間に船舶からの反射強度の測定の必要性を痛感しまして、当時東京計器に居られた落合徳臣先生、日本無線の高橋修一先生、運輸技術研究所の木村小一先生等と共に、日本造船研究協会から補助金をいただいて「レーダによる小物標の探知を容易ならしめる方法の研究」(昭和29年4月~昭和29年12月)をはじめました。そして昭和28年11月28日には清水の商船大学天文講堂に設置したレーダで、沖を航行中の有馬山丸(三井船舶)を、昭和29年1月15日にはやよひ丸でリフレクターを掲揚したピンネスを対象として、反射強度を測定したのは、忘れ得ない私のレーダ研究の第1歩として印象に残っております。

当時はシンクロスコープもマイクロ波発振器も日本製はなくて、米国製の測定器を東京計器から借りて測定しましたが、その後の実験には、手作りのビデオアンプ、スイープジェネレータをオッシロに接続して測定しました。マイクロ波発振器は島田理化に特注して至急作らせたものでした。この時入手したMITのRadar Engineer-

ingに書いてあった回路をそのまま使いましたが、なんとか出来上ったときは、喜びと同時に感心もしたものでありました。

その後卒論の学生に多くの船についてのデータをとらせ、これらから屯数対レーダクロスセクション、屯数対有効高のグラフを作りましたが、これは極大極小距離図表と共に、その後の研究や教育に大変役立ちました。

昭和26年8月に当時海上保安庁で通信監をしておられた松行利忠先生のもとで、機雷探知実験をしました。その折訪れた白神岬、竜飛岬は、今青函トンネルで有名になっていますが、当時は人里離れた竹ずまいであったことを思い出し、感無量のものがあります。

また、昭和31年3月に行った久能山にレーダを持ち上げて設置した実験も、それまで高さ200mと言っていた茶店が、レーダ反射信号の極大極小値から100m以下でないかという疑いが生じ、三角測量で測定してみると130mであったということも、レーダの測定器としての一面をうかがわせる大きな驚きでありました。

その後救命艇用のリフレクターの研究から小舟艇に掲げるべきリフレクターの大きさや高さについてのIMO規格の原案をつくったこと、ARPAの精度基準値作成のプログラムにミスがあることを発見してIMOに再検討を要請したこと等は国際会議への対応として思い出されます。

最近のデジタル技術やマイクロプロセッサの発達に伴い、レーダ映像のカラー化部分拡大表示が、航海者にとって非常に有益であることを認め実験研究をすすめています。航海者にとってより便利対有効なレーダ技術を開発したいものと意欲を燃しております。

#### 4. 電波航法研究会の思い出

私と電波航法研究会とのつながりは、非常に深いものがあります。創立の思い出としてその辺の話は記してありますが、当時海上保安大学の電子工学の教授をして居られた菊池秀之先生に負うところが大きかったと思います。

もともと昭和29年9月頃から井関貢先生、鮫島直人先生を口説いて、海務学院で両3回程電子航海術研究会を開きました。その折から、政府委員を加えた研究会にしなければならないことを菊池先生が主張され、一緒に海上保安庁海難防止課に居られた薬師神明先生を訪ね、最終的には松行利忠先生の努力で、海上保安庁で事務局を引き受けて下さる研究会となったものでした。私は電子航法という名前にしたかったのですが、当時は電波航法という名が通っていて、電子航法はおかしいと多くの反対に逢ってつぶれました。この名称は木村小一先生に電子航法研究所設立の際、お株をとられてしまいま

した。今では電子航法といってもすぐ通じるようになりましたが、当時は電子技術航法でないかとか、電子管技術航法でないかとかいろいろ言われたものでした。

私は不思議にいろんな人の会の設立に縁があり、日本航海学会の設立に縁があり、日本航海学海の設立時にも、東京計器の波多野浩氏に、柿岡地磁気観測所で昭和22年に開かれた日本地球電気磁気学会につれて行かれ、田中館愛楠先生に御眼にかかったり、後に南極観測隊長になられた永田武先生の活躍ぶりに圧倒されたりして、最初は航海計器だけの学会でもよいから造りましょうと、井関貢先生（東京商船大学）、伊藤文雄先生（神戸商船大学）、熊凝武晴先生（東京水産大学）の御三人に口説きかけて、それなら航海学全般の学会をつくろうということになり、設立準備や会則案作り、資金調達などに走り廻って、昭和23年11月27日日本航海学会が設立されました。また、船舶の自動化が進められる前に、自動化に関する論文の勉強会をつくりましょうという木村小一先生や鈴木務先生（電気通信大学）、鈴木裕先生（東京水産大学）のすすめに乗って、自動航法研究会（AUNAR）になる手弁当の勉強会を開きました。AUNARは、月1回の会合を重ね乍ら既に25年近くもつづき、若い人達に受け継がれております。

この電波航法研究会も既に30年を過ぎましたが、この間いろいろと皆様方から教えていただき、大変に得ることができたと感謝しております。

## 5. むすび

最後に私がいろいろと多くの実験を手がけて、痛感し

ておりますことを申し上げたいと存じます。これから実験をなさる方々に何等かの参考になれば幸いと存じます。

i 海を隔てた実験を行うとき、まず通信連絡手段を確保すること。

万一の事態に備えて、形象信号、発光信号、旗旗信号等の類いも定めておくことが大切だと思います。

ii 実験の内容とその時々々の進行状況を、相手側は当然のこととして、参加者全員によく知らせること。

実験には直接関係がないと思われる人々も、いろんな面で蔭の援助者であり、よく状況を把握してもらっておけば、不測の事態に対しても、その部所その部所で、実験の遂行に適した応急処置も期待できます。

iii 船上で実験を行うときは、スイッチを押すだけで自動的に測定が進むようにしておくこと。

御存知のように揺れる船上では行動力は勿論思考力も半減します。船に行ってから調整とか考えましようとかは、実験を不成功に終らせるものとなります。

終りにのぞみ、私はよき先輩に恵まれ、よき同輩の温かい励ましと、すぐれた後輩からの多くの援助によって、40年に亘るよき研究生生活を送ることができたと、心から感謝いたします。

今後とも皆の御鞭撻と御援助をお願いして、私の思い出話を終わります。



Research and Investigation

レーダの使用状況について

東京水産大学  
鈴木 裕

The Use of Radar in Ships Obtained by Questionnaire and Answer

Tokyo Univ. of Fisheries  
Hiroshi SUZUKI

1. はじめに

わが国におけるレーダの使用に関する調査は、1957～64年<sup>1)</sup>と1965年<sup>2)</sup>になされ、それぞれ報告されているが、それから、すでに20年余も経過している。今回、社団法人日本船舶品質管理協会の昭和58年度事業「法定船用品の取扱要領の評価に関する調査研究」<sup>3)</sup>において、レーダの使用状況についてアンケート調査が行われた。筆者は庄司和民委員長のもと委員の一人として参加を許された。協会にお断わりして、その資料を使用させて頂き、修正し再計算のうえ、本研究に関する内容について、ここにその概要を述べたい。

2. アンケートの実施方法

このアンケートはレーダの使用状況と保守、整備状況を中心に調査し、レーダ機器の改善方法を追究し、航行の安全に寄与することを目的として行われている。いうまでもなく回答者の乗船している船、回答者、回答されるレーダについては、質問事項の始めに入れて調査した。アンケート用紙は1000枚、日本船舶品質管理協会が各船主、団体、官庁、学校等へ配布した。

3. アンケートの集計方法

レーダについてのアンケートは数百通に及ぶ回答が予想されたので、これらの集計にはマイクロコンピュータを利用することとし、筆者の集計プログラムを改良して専用のプログラムとして、これを利用した。次にそのプログラムの機能の概要を述べる。

(a) 入力に回答用紙を見ながら、設問の1番(A-a)

から順次回答された項目(選択枝)番号をマイコンのキーボードから、続けて打ち込むだけでよい。複数回答があるときも処理できる。

(b) 船の数または機器の数を入力すれば、その数だけの集計ができる。

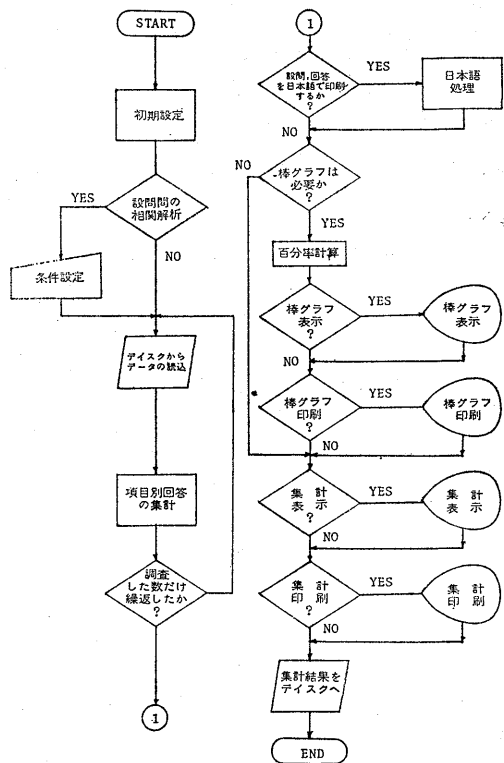


図1 レーダに関するアンケート集計プログラムフローチャート



- (c) 設問の符号はアンケートに合わせて、A-a, A-b, ... と自動的に変換される。
  - (d) アンケートの集計だけでなく特定の設問に対する相関解析ができる。特定の設問と解析すべき設問番号を入力すれば、自動的に解析する。今回はこの解析はしていない。
  - (e) 棒グラフ(百分率)を画くかどうかの選択
  - (f) 集計表(レーダの台数)を要するかどうかの選択
  - (g) 設問又は項目を日本語で書くかどうかの選択
  - (h) ディスプレイ上の表示, プリンタでの印刷を要するかどうかの選択
  - (i) データの入力ミスのチェック機能 2種
- 図1にプログラムのフローチャートを示す。

#### 4. レーダに関するアンケートの集計結果

有効回答 421 (無効6を除く) について、全設問 69 の回答状況を表1集計表(台数)と図A~Hの棒グラフ(百分率)で示す。

集計表では、表題に欠いてレーダの総数 421 台、設問と設問符号(A-a など)、設問番号、設問となってい

表1 レーダに関するアンケート集計表

設問 No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	合計		
A-a	1	52	5	23	88	8	16	35	93	52	9	421	
A-b	2	352	4	3	29	3	11	0	0	0	19	421	
A-c	3	2	10	14	36	51	57	88	55	68	421		
A-d	4	9	130	76	122	13	29	14	25	1	2	421	
A-e	5	0	85	392	4	0	0	0	0	0	0	421	
B-a	6*	2	140	84	131	50	3	3	100	6	14	523	
B-b	7*	9	69	96	168	51	19	0	70	16	9	507	
B-c	8	414	4	3	2	0	0	0	0	0	1	421	
C-a	9**	13	140	56	32	0	83	48	0	0	0	432	
C-b	10	7	55	32	70	184	35	0	0	0	38	421	
C-c	11	14	102	305	64	132	70	0	0	0	0	421	
C-d	12	11	3	19	122	64	132	70	0	0	0	421	
C-e	13	10	72	107	111	103	16	0	0	0	2	421	
C-f	14	9	12	39	9	1	0	0	0	0	0	421	
D-a	15*	19	97	126	254	366	74	49	46	80	1111	421	
D-b	16*	3	24	174	339	133	23	3	0	0	0	421	
D-c	17*	4	186	39	250	75	8	0	0	0	0	421	
D-d	18*	7	14	71	218	307	183	29	0	0	0	421	
D-e	19*	59	40	175	259	114	31	0	0	0	0	421	
D-f	20*	39	6	19	23	28	33	21	13	0	0	421	
D-g	21*	28	98	111	126	161	82	0	0	0	85	691	
D-h	22	25	200	117	15	52	0	0	0	0	12	421	
D-i	23	147	28	55	153	38	0	0	0	0	421		
D-j	24*	33	149	42	42	50	114	0	0	0	22	452	
D-k	25	2	301	10	40	24	7	0	0	0	37	421	
D-l	26	2	28	391	3	6	1	0	0	0	0	421	
D-m	27	394	4	13	3	6	1	0	1	2	63	425	
D-n	28*	290	50	10	1	0	0	0	0	0	0	421	
D-o	29	7	70	73	67	64	62	78	0	0	0	421	
D-p	30	9	21	38	37	84	95	137	0	0	0	421	
E-a	31	8	63	211	86	24	29	0	0	0	0	421	
E-b	32	3	42	1	5	3	6	6	1	0	5	422	
E-c	33*	402	5	2	5	3	6	6	1	0	2	432	
E-d	34*	60	85	26	223	167	152	68	17	17	18	833	
E-e	35*	83	49	9	59	158	82	23	53	0	58	574	
E-f	36*	3	417	87	81	69	135	17	0	0	0	514	
E-g	37	19	301	39	58	0	0	0	0	0	0	421	
E-h	38	12	265	93	48	0	0	0	0	0	0	421	
E-i	39*	59	121	86	72	99	0	0	0	0	0	488	
E-j	40	372	9	1	2	19	0	0	0	0	0	421	
E-k	41*	11	205	0	306	6	34	17	0	0	0	597	
E-l	42	124	34	28	80	142	0	0	0	0	0	421	
E-m	43	10	186	238	0	0	0	0	0	0	0	421	
E-n	44	15	38	239	48	74	0	0	0	0	0	421	
E-o	45	379	15	5	10	0	0	0	0	0	0	421	
E-p	46	383	3	9	0	0	0	0	0	0	0	421	
F-a	47	77	28	23	293	0	0	0	0	0	0	421	
F-b	48	65	28	91	133	57	17	30	0	0	0	421	
F-c	49	45	8	14	56	60	168	18	0	0	0	421	
F-d	50	35	1	25	15	196	89	56	4	0	0	421	
F-e	51*	15	388	188	98	198	299	71	29	247	13	1546	
F-f	52*	140	18	71	35	212	7	69	14	0	0	575	
F-g	53*	3	299	315	132	8	80	128	20	0	0	986	
F-h	54*	12	34	2	44	18	0	0	0	0	0	446	
F-i	55*	105	82	126	55	5	12	139	0	0	0	26	550
G-a	56*	20	262	84	48	57	14	0	0	0	0	4	489
G-b	57*	28	268	44	56	63	0	0	0	0	0	15	470
G-c	58*	16	224	60	16	64	135	0	0	0	0	11	526
G-d	59	14	63	329	15	0	0	0	0	0	0	421	
G-e	60*	56	81	22	39	5	162	190	50	59	34	689	
G-f	61*	33	169	93	33	121	43	14	75	42	23	646	
G-g	62*	39	310	16	82	41	66	8	22	0	0	10	421
G-h	63	61	221	28	22	79	0	0	0	0	0	10	421
G-i	64	27	36	348	10	0	0	0	0	0	0	0	421
G-j	65	417	2	4	0	0	1	0	0	0	0	421	
G-k	66	73	36	191	103	11	0	0	0	0	0	7	421
H-a	67	9	146	194	72	0	0	0	0	0	0	421	
H-b	68	18	186	189	87	0	0	0	0	0	0	421	
H-c	69	17	104	170	130	0	0	0	0	0	0	421	

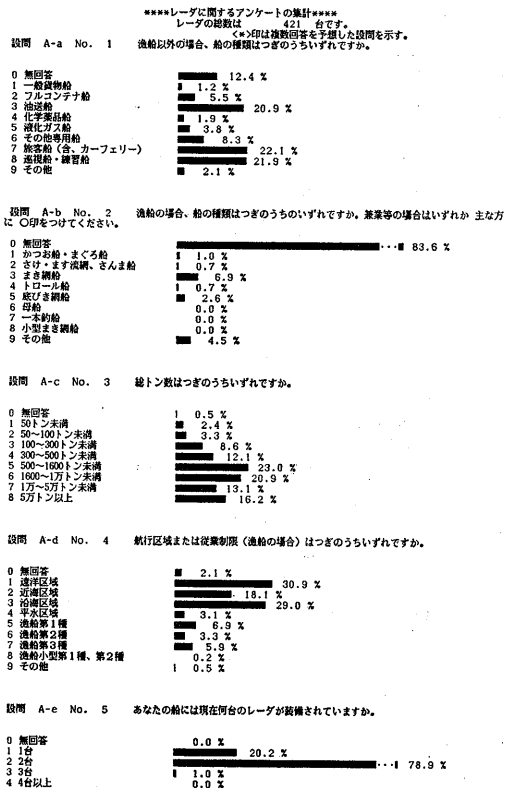
る。左側の数字(0~9)は回答の項目番号である。「0」は無回答を示す。表中の数字はその設問に対する回答数である。設問番号の次に「\*」を付けたものは、予め、複数回答を予想したものである。合計欄ではレーダの総数 421 を超えている。計算の前段階において、「\*」の付いていない設問であっても、複数回答があったときは、そのレーダについて、その設問の回答は無回答であったこととする処理を行う「修正」をした。

図の棒グラフの長さは 0.2% の精度であるので、は 0.2% 以下の場合には現れないことになる。棒グラフ(百分率)は 70% 以上は長過ぎると考えたので、「...」で切ってから、百分率で示した。ここでも設問番号の次に「\*」を付けてあるものは、予め、複数回答を予想したもので、棒グラフの次の百分率をその設問の分母で合計すると 100% を越える。百分率を計算するときの分母を総数の 421 としてあるからである。

#### 4.1 全回答の集計

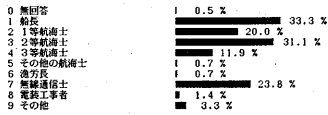
図Aは回答者の乗船している船について種類、漁船の種類、総トン数、航行区域、レーダの装備台数について集計したものである。

図Bは回答者について、職務別、受有する海技免状、

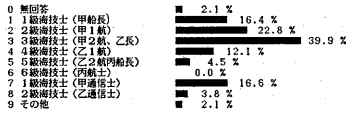


図A 船舶の種類、総トン数、航行区域、レーダ装備台数

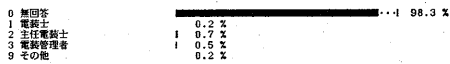
図B 問 B-a No. 6\* あなたの職務は下記のうちのいずれですか。二つ以上に○印をつけてください



図B 問 B-b No. 7\* あなたの海技免状は下記のうちのいずれですか。

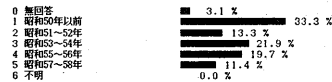


図B 問 B-c No. 8 あなたの電装工事者である場合あなたの資格は、下記のうちのいずれですか。

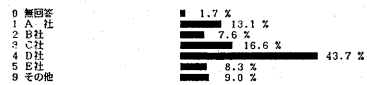


図B 回答者の職務、海技免状、電装工事者の場合の資格

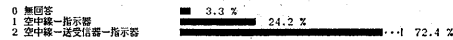
図B 問 C-a No. 9\* 製造年は下記のうちのいずれですか。



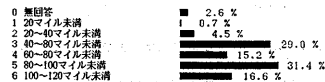
図B 問 C-b No. 10 製造会社は下記のうちのいずれですか。



図B 問 C-c No. 11 レーダの基本構成は下記のうちのいずれですか。



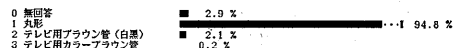
図B 問 C-d No. 12 指示器の最大レンジは下記のうちのいずれですか。



図B 問 C-e No. 13 指示器の最小レンジは下記のうちのいずれですか。



図B 問 C-f No. 14 ブラウン管の種類は下記のうちのいずれですか。



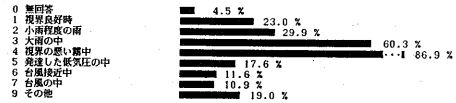
図C レーダの製造年、製造会社、基本構成、最大最小レンジ、ブラウン管の種類

電装工事者である場合の資格について集計したものである。

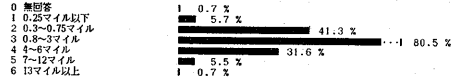
図Cは回答対象となったレーダについて、製造年、メーカー別、基本構成別、最大レンジ別、最小レンジ別およびブラウン管の種類別について集計したものである。

図D-1, D-2, D-3は回答レーダの使用状況について集計したものである。すなわち、天候別 PPI の使用状況、港内、狭水道、沿岸、大洋、漁船の操業中などそれ

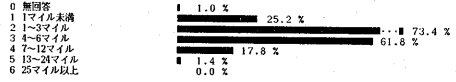
図D 問 D-a No. 15\* どのような天候のときにレーダPPIをよくみますか。二つ以上に○をつけてください



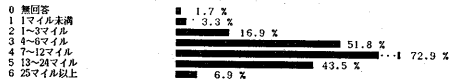
図D 問 D-b No. 16\* 港内では主に何マイルレンジを使用しますか。二つ以上に○をつけてください



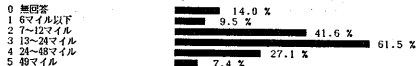
図D 問 D-c No. 17\* 狭水道では主に何マイルレンジを使用しますか。二つ以上に○をつけてください



図D 問 D-d No. 18\* 沿岸では主に何マイルレンジを使用しますか。二つ以上に○をつけてください

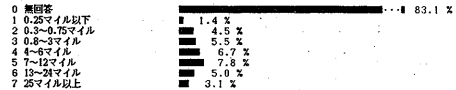


図D 問 D-e No. 19\* 大洋では主に何マイルレンジを使用しますか。二つ以上に○をつけてください

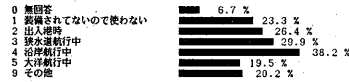


図D-1 レーダの使用状況—使用時の天候、港内・狭水道・沿岸・大洋での使用レンジ

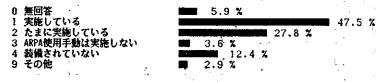
図D 問 D-f No. 20\* 漁船の場合、操業中は主に何マイルレンジを使用しますか。二つ以上に○をつけてください



図D 問 D-g No. 21\* 真方位(ノースアップ-北上方)はどのようなときに使用しますか。二つ以上に○をつけてください



図D 問 D-h No. 22 衝突防止のためにマニュアル(手動)プロットングを実施していますか。



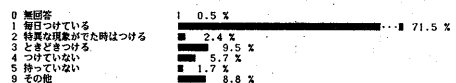
図D 問 D-i No. 23 前問で「実施している」と答えた方は、主に何マイルレンジを使用してプロットングを実施していますか。



図D 問 D-j No. 24\* レーダチャートは必要だと思いますか。二つ以上に○をつけて頂いても結構です。



図D 問 D-k No. 25 レーダログ(日誌)をつけていますか。

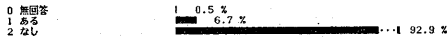


図D-2 漁船の操業中の使用レンジ、真方位表示の使用、マニュアルプロットングの実施状況、レーダチャート、レーダログの使用状況

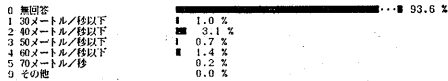
それぞれにおけるレンジの使用状況、真方位使用状況、マニュアルプロットングを実施している場合のレンジの使用状況、レーダチャートの使用状況、レーダログの使用

状況、空中線と風、レーダの使用による航海計器への影響、レーダの1日の使用時間、年間レーダの使用日数などである。

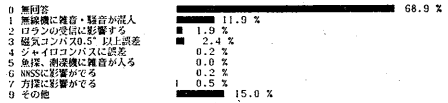
設問 D-1 No. 26 空中線(アンテナ)が風によって止まったことがありますか。



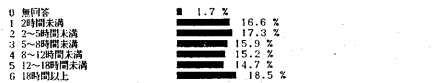
設問 D-m No. 27 前問で「ある」と答えられた場合、その時の風速はどのくらいでしたか。



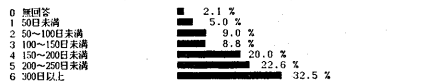
設問 D-n No. 28\* レーダの使用によって航海計器、無線機器に影響を受けましたか。二つ以上に○印をつけて頂いても結構です。



設問 D-o No. 29 一日平均のレーダの使用時間(スタンバイを含む)はどのくらいですか。

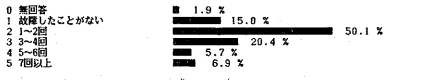


設問 D-p No. 30 年平均のレーダの使用日数(スタンバイを含む)はどのくらいですか。

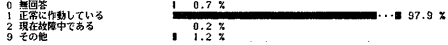


図D-3 風で空中線が止まるか、レーダの影響、レーダの使用時間について

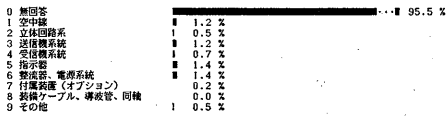
設問 E-a No. 31 現在使用されているレーダは平均すると1年間に何回故障していますか。



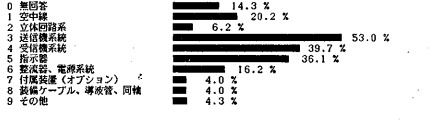
設問 E-b No. 32 使用中のレーダの現状はつきのうちのいずれですか。



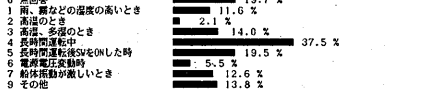
設問 E-c No. 33\* 前問で「現在故障中である」と答えられた方について、どのユニットが故障していますか。二つ以上に○をつけて頂いても結構です。



設問 E-d No. 34\* いままでに故障したユニットなどは次のうちのいずれですか。二つ以上に○印をつけて頂いても結構です。

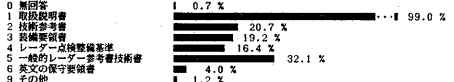


設問 E-e No. 35\* 使用中のレーダが故障を起こしたときどのような期間状況でしたか。二つ以上に○印をつけて頂いても結構です。

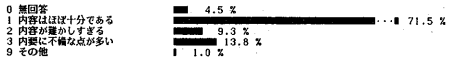


図E-1 レーダの故障状況について

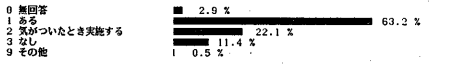
設問 E-f No. 36\* 取扱説明書などの書類が揃っていますか。二つ以上に○印をつけて頂いても結構です。



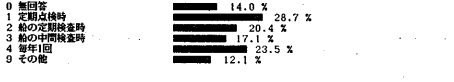
設問 E-g No. 37 取扱説明書の内容について



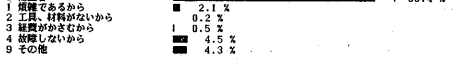
設問 E-h No. 38 取扱説明書などに記載されている定期点検、保守を実施していますか。



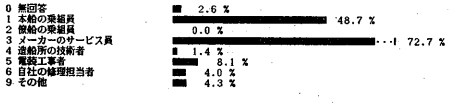
設問 E-i No. 39\* 前問で「ある」または「気がついたとき実施する」と答えられた方はいくらに実施していますか。



設問 E-j No. 40 「E-h」で「なし」と答えられた方の理由について、主なる理由を一つ選んでください。

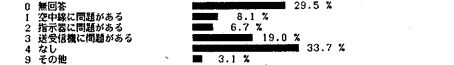


設問 E-k No. 41\* 定期点検、保守を実施するのはつきのうちのどれですか。二つ以上に○印を

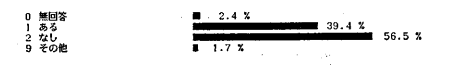


図E-2 取扱説明書等の書類について、定期点検・保守の実施

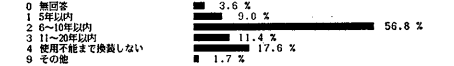
設問 E-l No. 42 保守、点検する場合、装備に問題があるとすればつきのいずれですか。



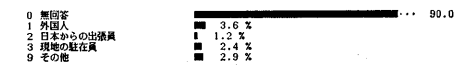
設問 E-m No. 43 ヒューズ交換以外に自分でレーダを修理したことがありますか。



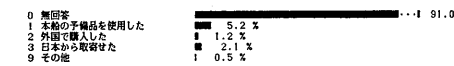
設問 E-n No. 44 何年くらいでレーダを換装したいと思いますか。



設問 E-o No. 45 外国で外国人によって修理したことがありますか。



設問 E-p No. 46 前問で「修理した」と答えられた方、そのときの部品調達はどうされましたか。



図E-3 保守・点検・装備上の問題点、レーダの換装、外国での修理

図 E-1, E-2, E-3 は回答されたレーダの保守及び整備について集計したものである。すなわち、現在使用中のレーダの故障状況について E-a~E-e まで、取扱説明書等の書類、取扱説明書の内容、定期点検・保守、その

実施時期、定期点検・保守を実施しない理由、定期点検・保守の実施者、保守・点検する場合の装備の問題、自分自身によるレーダの修理、レーダを換装したい年限、外国における修理者、外国における修理部品の調達などである。

図 F-1, F-2 は回答されたレーダの性能及び構成品について集計したものである。すなわち、空中線からふく射される電波の周波数帯、空中線の公称長さ、空中線の電力、ブラウン管の公称直径、指示器に装備されている付属装置、その他の付属装置、レーダ映像の判断で非常に難しいもの、レーダ映像の明るさ、レーダの性能上の問題などである。

図 G-1, G-2 は回答されたレーダの構造について集計したものである。すなわち、空中線の形状、重量、送受信機の形状、構造、指示器の形状、構造、使いやすさ、指示器のスイッチ・つまみ類の数・大きさ等、指示器盤面の文字、シンボルの照明、指示器の把手の配置、材料、フードの形状・材料、使用中の指示器の形状、カラーレーダを使用している場合の有効性、回答されたレーダの

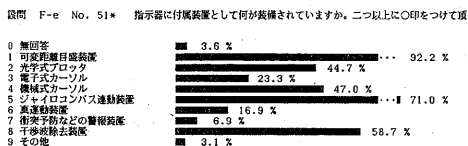
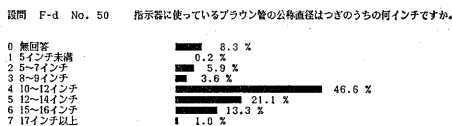
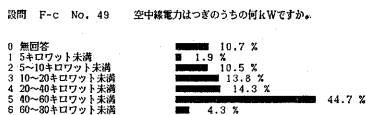
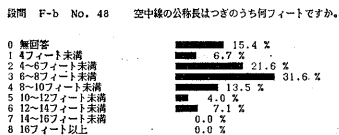
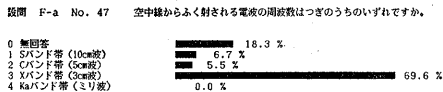


図 F-1 レーダの性能——周波数、空中線の長さ、空中線電力、ブラウン管の直径、付属装置の有無

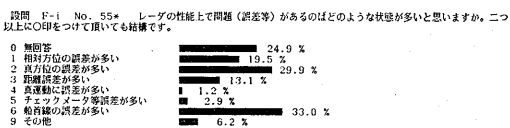
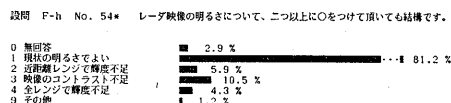
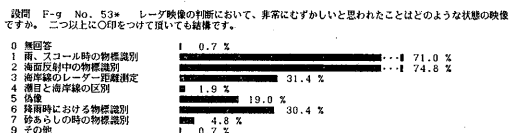
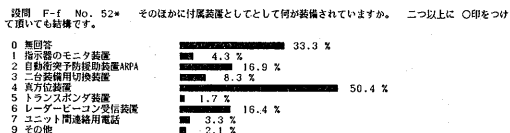
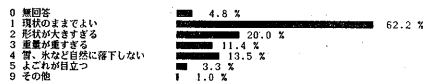
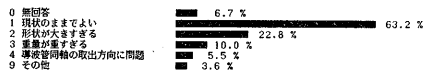


図 F-2 そのほかの付属装置、映像の判断、映像の明るさ、性能上で問題がある時について

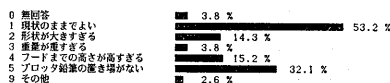
設問 G-a No. 56\* 空中線の形状、重量などについて、二つ以上に○印をつけて頂いても結構です。



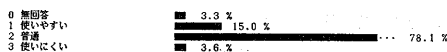
設問 G-b No. 57\* 送受信機の形状、構造について、二つ以上に○印をつけて頂いても結構です。



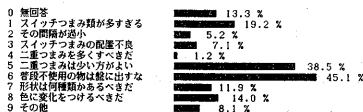
設問 G-c No. 58\* 指示器の形状、構造について、二つ以上に○印をつけて頂いても結構です。



設問 G-d No. 59 指示器の使いやすさについて



設問 G-e No. 60\* 指示器のスイッチ・つまみ類の数、配置、大きさ、色について、二つ以上に○印をつけて頂いても結構です。



設問 G-f No. 61\* 指示器盤面の文字、シンボルおよび照明について、二つ以上に○印をつけて頂いても結構です。

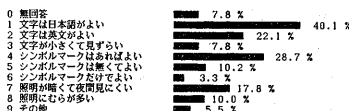
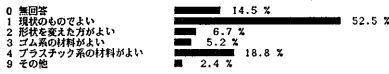


図 G-1 空中線の形状・構造、指示器の形状・構造、使いやすさ、指示器・つまみ類の数量、配置大きさ、色、指示器盤面の文字、シンボル、照明について

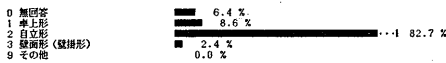
設問 G-g No. 62\* 指示器の把手の配置および材料について、二つ以上に○印をつけて頂いても結構です。



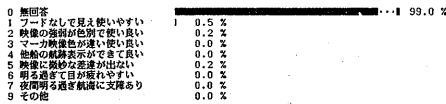
設問 G-h No. 63 フードの形状、材料について



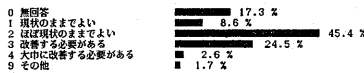
設問 G-i No. 64 使用中の指示器の形状について



設問 G-j No. 65 カラーレーダを使用している方について、有効性などについてお答えください。



設問 G-k No. 66 回答対象レーダの総合的な評価についてお答えください。



図G-2 指示器の把手の配置・材料、フードの形状・材料、指示器の形状、カラーレーダについて、回答レーダの総合的評価

総合評価などである。

#### 4.2 オープンアンサーについて

設問 I はオープンアンサーを期待し、回答者に任意に記入してもらった。すなわち、空中線について、送受信機について、指示器について、映像の乱れについて、付属装置について、装備ケーブル、装備導波管等について、メーカーについて、(社)日本船舶品質管理協会についてなどである。多数の回答が寄せられたので、その主なものについて次に述べる。

##### I-a 空中線に関して

- 冬期、空中線に、雪が付着しないように、雨がしみ込まないようにして欲しい …20 件
- 空中線は性能を落さないで、小型にして欲しい …13 件
- 船首線のマイクロスイッチは指示器上で調整できること …8 件
- 駆動力の大きいモータを装備して空中線の回転むらをなくすこと …4 件
- ドームを付けて風圧を受けにくい構造にすること …3 件
- 振動対策 …2 件
- 高所に設置してあるので足場を確実にすること …2 件
- 映像を待たねばならないので回転式を止

- めて欲しい …2 件
  - 空中線の配置を考慮すること …2 件
- その1他件ずつの回答が寄せられた。空中線部の選定について5件、構造について1件、安全対策について4件、動作の円滑の要望に4件、保守・点検について船側の意見が2件あった。

##### I-b 送受信機に関して

- 形状が大き過ぎる、小型に …7 件
- 騒音を小さく …5 件
- 修理しやすい部品配置に …4 件
- マグネトロンを交換しやすいように …3 件
- マグネトロン、TR 管、クリスタルの交換を容易にできる構造に …3 件
- 軽量、堅牢、耐熱性を図ること …2 件
- 故障を少なく、点検を便利に …2 件
- テストポイントの増強 …2 件
- 高圧部を色分けして、密閉型に …2 件
- 集中豪雨の中、1~3 マイルレンジでブイ、小型漁船が探知できるように …2 件
- その他 構造の改善に関する意見が5件、性能の向上に関するもの6件、故障と修理について9件の意見があった。

##### I-c 指示器に関して

- 一般のレーダで、屋間、フードなしで使用できないものか …13 件
- 文字、目盛の照明がよくない …5 件
- 各基盤に故障表示回路を設けること …4 件
- 指示器はカラー化が望ましい …3 件
- プロットング用としてデジタル時計を装備して欲しい …3 件
- 振動対策について 2 件、スピーディなプロットング装置の開発 2 件、修理しやすい部品配置 2 件、オフセンター装置には更に ON、OFF をつけること 2 件、各調整用 VR は微調整がしにくい、狂いやすい 2 件、プロッタ用鉛筆の置場がほしいという意見が2件あった。
- その他、指示器の構造について種々の意見が19件、指示器の性能について18件、CRT 上での性能について11件、新製品の要望が4件あった。

##### I-d 映像の乱れ等の故障について

- 荒天時、海面反射が烈しく能力が低下する。小型船の識別ができるように …3 件
- つまみで映像の乱れを調整できるように 3 件
- その他4件の意見があった。

##### I-e 付属装置（オプション）について

- 近距離レンジではメートル表示も欲しい 2 件
- 秒、分、時デジタル時計を CRT 側に3個つけてほしい。同時に3隻のプロ

プロットングがプロットング作業台を  
 設けて欲しい …………… 2 件  
 その他 8 件の意見があった。

I-f 装備ケーブル, 装備導波管, マイクロ波用同軸  
 ケーブルに関して  
 3 cm, 5 cm 波用導波管をケーブルにで  
 きないだろうか …………… 3 件  
 その他の意見が 3 件あった。

I-g 製造会社 (メーカー) に対して  
 構造 現在の性能で小型化して欲しい … 2 件  
 メーカーによってスイッチつまみの位置が  
 違うので統一して欲しい  
 性能 レンジを 6, 15, 30, 80 マイルと  
 して欲しい …………… 2 件  
 100 トンクラスの漁船を 15 マイル探知で  
 き, 距離 1000 m 未満の映像の分解能を向  
 上できないだろうか  
 スタンバイ時間をなくすることはできないだ  
 ろうか  
 その他, 説明書については  
 詳細な日本語のもの, 写真入り,  
 波形入りで欲しい …………… 4 件  
 保守サービスについては予備品の確保, 国内国外  
 のサービス態勢, 定期的な巡回を望み, レーダは  
 修理・保守しやすい機構を要望している。故障に  
 ついて 3 件等の意見があった。

I-h アンケート実施者に関して

このアンケートは好感がもてる… 2 件, 今後も  
 各種計器に関するアンケートを実施し, 改良, 改  
 善に努力して欲しい, また, 使用者側の要望を満  
 足する製品を希望する。要望としては, 良いレー  
 ダ, 故障のないレーダ, あってもユーザーが容易  
 に修理できる構造のもの, 豪雨, 荒天時にゲイン  
 とアンチクラッタで, 小物標でも見分けられるレ  
 ーダを, 開発して欲しいというものがあつた。

5. 調査結果の検討

このアンケートは 421 台について回答を得た。配布数  
 が 1,000 であったので回答率が非常に良かった。これ  
 は, 船舶職員等のレーダに対する関心の強さを示すもの  
 とみてよいであろう。以下, 調査結果の考察をしてみよ  
 う。

A) 回答者の乗船している船について

約 85% が商船, 約 15% が漁船であつた。商船では油  
 送船, 旅客船, 巡視船・練習船がそれぞれ約 20% ずつ  
 で最も多く, 漁船ではまき網船が多かつた。船の大きさは  
 500~1600 トンをピークにして大きいものが多い。し

たがって遠洋区域, 近海区域, 沿海区域を航行区域とす  
 るものが多かつた。80% 近くの船で 2 台のレーダを装  
 備している。

B) 回答者について

回答者は大部分が船長, 二航, 無線通信士と一等航海  
 士であつた。海技免状は約 40% が 3 級海技士, 以下 2  
 級, 1 級, 4 級と続いている。電装工事は 8 名のみで  
 あつた。

C) 回答のあつたレーダについて

約 3 分の 1 は昭和 50 年以前のものであり, 1 社の製品  
 が最も多く, 他の 4 社がこれに続いている。レーダの構  
 成は比較的に大型の船舶が多かつたためか, 空中線-送  
 受波器-指示器の構成が大部分を示した。

レーダの最大レンジは 40~80, 80~100 マイルという  
 長距離のものが多かつた。最少レンジはほとんど 1 マ  
 イル未満である。ブラウン管の 95% は丸形である。

D) 回答のあつたレーダの使用状況について

視界の悪い霧中, 大雨の中, 小雨程度に続いて, 視界  
 良好の時にもレーダの PPI を良く見ている。港内では  
 約 80% が 0.8~3 マイルレンジを使用している。

狭水道では 1~3, 4~6 マイルレンジを使用し, 沿岸  
 では, 7~12 マイルレンジを, 大洋では, 13~24, 7~  
 12 マイルレンジを使っているということで, 広い大洋  
 では, 大レンジが使われていることが明らかとなつた。

漁船の場合 7~12 マイルが多く他のレンジも使用され  
 ている。沿岸航行中, 狭水道航行中に「真方位」をよく  
 使用し, マニュアルプロットングについては, 約半数  
 が実施しており, たまに実施しているものも合わせると  
 約 80% が実施していることになる。これらはほとんど  
 7~12 マイルレンジを使用している。

レーダチャートは見たこともなく, 不要という意見が  
 約 3 分の 1 あつた。レーダログは約 72% が毎日記入し  
 ている。空中線 (アンテナ) が風によって止まつたこと  
 があるもの 6.7%, 風速は 40 m/s 以下であるとのこと  
 である。

約 15% のレーダの雑音・騒音が無線機に混入する。

レーダの使用時間は一日 2 時間から 18 時間以上まで  
 あるが, すべて均等に分布しており, 年平均の使用日数  
 は 300 日以上というのが約 30% で一番多く以下 50 日  
 未満の 5% まで少なくなっている。

E) 回答対象のレーダの保守および整備について

現在使用されているレーダは 1 年間に 1~2 回故障す  
 るものが約半分ある。98% のものは正常に作動してい  
 る。いままでに多く故障したユニットは送信機系統, 受  
 信機系統, 指示器, 電源の順である。それは, 長時間運  
 転中, 長時間休止後スイッチを接としたときなどが多い。  
 その他, 船体振動の激しいとき, 高温多湿のときなど

どがこれに続いている。

取扱説明書などは、ほとんどあり、内容はほぼ十分である(72%)が、難しい、内容に不備な点が多い。定期点検・保守は比較的よく実施している。定期点検・保守はメーカーのサービス員と本船の乗組員が主に実施している。保守、点検する場合、装備に問題があるのは送信機、空中線、指示器である。

レーダの換装は6~10年とするものが最も多く、57%になっている。外国で修理する場合、外国人、日本からの出張員、現地の駐在員などが行い、部品は、本船の予備品を使用したり、外国で購入したり、日本から取寄せたりする。

#### F) 回答対象レーダの性能および構成について

79%がXバンドで、Cバンド、Sバンドは約10%程度である。空中線の公称長は、6~8フィートが約35%、以下4~6フィート、8~10フィート、その他と続いている。空中線電力は40~60キロワットが約半分を占めており、5~80キロワットまで広範囲にわたっている。CRTの直径は10~12インチが最も多く、12~14、15~16インチのものがこれに続いている。各種の付属装置が付けられているが、可変距離目盛装置とジャイロコンパス連動装置が最も多かった。

レーダの映像の判断で非常に難しいと思われるのは、雨、スコールのときの物標の識別、ついで、なだらかな海岸線のレーダ映像と実距離との差異ならびに降雪時における物標の識別であった。レーダの映像の明るさについて、大部分は現状の明るさでよいとしているが、映像のコントラストの不足、近距離レンジでの輝度が不足しているという意見は、オープンアンサーにも現われていた。レーダの性能上で問題(誤差)があるのは船首線の誤差が多い、真方位の誤差が多い、相対方位の誤差が多いことである。

#### G) 回答対象のレーダの構造について

空中線の形状が大き過ぎる、重量が重過ぎるという意見が目立ち、雪、氷などが自然に落下しないという意見も多かった。送受信機の形状、構造については、半分以上は、現状のままでよいとするも、形状が大き過ぎる、重量が重過ぎるという意見があり、指示器については、プロッタ用鉛筆の置き場所がない、フードの高さが高過ぎる、形状が大き過ぎるという意見が多かった。

指示器が使いにくいというものは、3.6%程度であった。指示器のスイッチ・つまみ類について、普段使わないスイッチ・つまみは盤面に出さない方がよい、二重つまみは少ない方がよい、スイッチ・つまみ類が多過ぎるなどの意見が多かった。

指示器盤面の文字は日本語がよい、シンボルマークはついていた方がよい、照明が暗くて夜間見にくい、指示器の把手の位置は横がよいとするものが74%もあった。材料は金属についてプラスチックが望まれる。フードの材料はプラスチック系がよいというのはオープンアンサーでも出てきたが、ゴム系のものは粘着するからである。指示器は83%が自立形で卓上形は9%であった。

カラーレーダについては、5%ほどしか回答がなかったがフードなしで見えて使いやすい、映像の強弱が色別できるので使いやすい、などの意見があった。

回答対象レーダの総合評価について、現状のままでよい、ほぼ現状のままでよいとするものは、54%で、4分の1は改善する必要がある、大幅に改善する必要があるという意見であり、十分考慮すべき結果であると思われる。

レーダの型式検定、型式承認試験、HKの検定については80%のものが一応知っているようである。

## 6. おわりに

社団法人日本船舶品質管理協会で実施したアンケートの資料により、レーダの使用状況について検討することができた。電波航法研究会においてもこの結果に十分注目し、機器の改善と使用者への便宜を図り、航法の安全に寄与したいものである。おわりに、快くアンケートの結果を御提供くださった社団法人日本船舶品質管理協会に対し厚く謝意を表するとともに、筆者が代表して報告させていただいたことを同協会委員各位にお断わりしたい。

### 引 用

- 1) 茂在・木村・庄司・鈴木: レーダなどに関するアンケートの結果, 電波航法, No. 6, (1964)
- 2) 茂在・木村・庄司・鈴木・飯島・田口・四ノ宮: 漁船におけるレーダなどの利用状況について, 電波航法, No. 1, (1966)
- 3) 社団法人日本船舶品質管理協会: 法定船用品の取扱要領等の評価に関する調査研究報告書, 昭 59.3

## 世界の船舶交通管理システム

電子航法研究所

藤井 弥平

### Vessel Traffic Management Systems in the World

Electronic Navigation Research Institute

Yahei Fujii

#### 1. はじめに

豊田清治先生や山口篤利先生、巻島勉先生たちと始めた海上交通工学がどうやら一つの体系となってきたため解説 4 編を英国の王立航法学会へ投稿し、1971 年の Journal of Navigation にのせていただいた。

それから間もなくこのテーマは面白いので英国で海上交通工学の国際シンポジウムを計画しているが発表しないかとの手紙がきた。一度は欧州に行きたいと夢みていたので早速論文を送り、翌年の 5 月、緑濃いロンドンについた。その翌日、日本船主協会の吉永船長の御好意で、ロンドンの東 40 キロにあるテムズ河海上交通センターを見学に行った。立板に水の説明は聞きとり難かったが、技術の先端をゆくように聞え、この海上交通管理システムの一覧表をつくれれば喜ぶ人も多にちがいないと考えた。

帰国して海上交通管制に関する文献を集めると読みきれないほどの量があり、その上それぞれの資料の重点が異なり一覧表になるために必要な情報がそろわない。外国の文献を読んで調査するのは盲人が象をなでるようなものと、それから自分の眼で見るため毎年でかけた。大部分が公務外で家族慰安の色濃い海外渡航のため 15 回の調査の割に見たシステムの数は少い。San Francisco, Vancouver に St. Lawrence Seaway と Waterway, Thames 河と Mersey 河 (Liverpool), Elbe, Weser, Jade の三河川と Hamburg, Rotterdam と Scheldt 河それに Seine 河, Gris Nez 岬, Le Havre と Marseille である。香港では年間 10 万隻の船が行き交う港内のフェリーの上で DECCA 社や LFIGH 社等の技術者とともに早く芽の出るようにとコロキウムを開き、上海では芽ばえを見てきたもののアジアでは日本と産油国以外には船舶交通管理システムの数は少なかった。

センターの半ば以上は人里離れたところにあり、残り

の大部分も港の倉庫群のなかにひっそりとたたずんでいる。セヌ河口の Honfleur は画家の町、パカンスシーズンをはずれると寂しさが一層身にしむ上にレーダ塔は町から更に離れていた。

ロッテルダムから南へ、Vlissingen 駅で迎えるの車に乗りいつしかベルギーの国境を越えた。Waarde のレーダ塔の管理者の話を知ると一番の苦労は人のお守りらしい。ドアを開けた、エレベータが動いた、までセンターで把握しているとか。まわりの土地は低平でレーダ画像にはブリップが少く「この点は向うに見える樹」とさして大きくない樹木が同定できるほどである。

Vancouver の海上交通センターは鮭が遡上するという小川の横にあるピロティづくりのモダンなビルの中にある。対岸に港のにぎわいが見え公園にかこまれたすばらしい環境だった。そこには即席ラーメンがと山積み、日本から来たものだが一ついかがと勧められたのが印象に残る。

Wilhelmshaven にあるセンタの島に登る。60 m の展望台から Jade 河や Wangerooge 島が見下される。第二次大戦前夜、ドイツではレーダの実用性の有無が疑われていたが、1939 年英国機の大編隊が威力偵察に来襲したときここにあった実験用レーダ FREYA の捕捉と誘導で大きな戦果をあげレーダの真価が認められるに至ったというゆかりの島である。ドイツのレーダ網は北海の沖に大きく張りだして将来の国際的な船舶交通管理に役立ちそうだ。

切手収集と同じように資料収集も楽しいが高いものについた。でも多くの人に近づきになり交際が続くようになった。それに海上交通システム調査も、海上交通観測と同様に景色がよく料理のうまい所に行けるという利点がある。そして第 1 回の 52 ページ<sup>1)</sup>と第 2 回の 111 ページ<sup>2)</sup>の 2 冊の調査報告と、人魚姫・ピーターパンなど童話の主人公たちの銅像記念写真や各地のマーケットを



記録した 15 冊のアルバムが手元に残った。

話はかわるが、1970 年代、欧州の主要海運国に海上交通管理システムが普及した。これにともなって国際シンポジウムがほぼ 3 年ごとに開かれるようになった。参考のためにこれまでの国際シンポジウムを列記すると、第 1 回は英国の Teddington で海上交通工学シンポジウム (1972 年 5 月)、第 2 回はオランダの The Hague で海上交通システムシンポジウム (1976 年 4 月)、第 3 回は英国の Liverpool (1978 年 4 月) で海上交通業務シンポジウム、第 4 回 (Bremen, 1981 年 4 月) と第 5 回 (Marseille, 1984 年 4 月) は船舶交通業務シンポジウムとなっている。このように航空交通業務 (Air Traffic Service) を意識した「船舶交通業務 (Vessel Traffic Service, VTS) 国際シンポジウム」に固まってきた。これにそって、海上交通管制システムと呼ばれていたのも、やや響きのやわらかい「船舶交通管理システム (Vessel Traffic Management System, VTMS)」に統一されてきた。

第 2 回を除いてすべて出席してきたが、シンポジウムで配布される別刷のものにも貴重な情報が多く、またここで Moskvina 氏と歓談でき東欧側資料も手にはいることになった。もっともソ連側で第 1 回の調査報告をよく利用していただけでいたからでもある<sup>3)</sup>。

## 2. 調査のあらまし

### 2.1 第 1 回の調査

1977 年に 24 項目のアンケート用紙をつくり、それぞれ「数打てば当たる」式に各国のコストガード、運輸省や港湾局、デッカなどのレーダ製造会社に送った。しかし、回答は米・加・英・独・仏・蘭そして日本の、しかも以前から面識や文通のあったところに限られた。それでも 36 のシステムについて「Summary of the First Survey on Marine Traffic Management and Information Systems」という 18 ページの報告をつくり、これをたずさえて各国をめぐる、また国際シンポジウムで配布した。その結果を 1978 年に「A Semiquantitative Analysis on Marine Traffic Management Systems」(電子航法研究所報告 第 20 号<sup>4)</sup>) にまとめた。

これには 10 箇国 68 システムについてその概要、管理方式、範理対象船舶、対象水域、担当職員、管制通信、レーダ、及びその他の機器の大項目にわけてデータを示し、またやや定量的な解析を試みている。また、何等かの自動化装置をそなえた 9 システムについては別のアンケートを行ってこの資料も添えた。

### 2.2 第 2 回調査

第 1 回の調査報告を 1980 年 11 月の第 10 回国際航路標識会議 (IALA 会議、東京) などで配布した。1982 年

の 3 月になって思いもかけない手紙がつぎつぎとやってきた。大部分は、「わが国 (またはわが港) には船舶交通管理システムはありません。」というものであった。頭をひねっているとやがて IALA の Secretary General である Prunieras 氏から、「IALA の VTS に関する技術委員会は、現存するに関するあなたの調査を高く評価し、これを更新しようとする意図に対し IALA のすべてのメンバーに協力を呼びかける。……という手紙を 2 月 1 日付で出した。連絡が遅れたがよろしく。」と書いてきた。かくなる上はと 2 種類のアンケート用紙 (一つは電算機を装備する VTMS 用) をつくり、その回答をまとめ、前回と同様にアンケートをフィードバックするため、61 ページの「Request for Cooperation to Our Survey on VTMS」を 1983 年 9 月に印刷し、回答者に確認のため郵送した。また、このころ Tresfon 氏たちが IALA と IAPH の意向を受けて VTS に関するアンケート調査を実施中であることを知り<sup>5)</sup>、その回答者名簿を送っていただき追加したが有効回答数はあまり増えなかった。

調査の票約 130 枚とこれを整理した結果を 131 ページの英文の報告<sup>6)</sup>と電子航法研究所報告 第 45 号 (1984 年 5 月)<sup>7)</sup> としてまとめ調査協力機関をはじめ各所に配布した。もとの質問と回答はほとんど英文であるためいまでもなく英文の方が原文に近い。

### 2.3 第 2 回調査の結果の概要

#### (1) 地域分布

得られたデータを回答のしかたにより A, B, C, D, E の 5 種に区分した。

B: VTMS を運用または管理している機関の回答

A: B のうち昭和 1983 年 9 月の確認調査に再回答したもの

C: VTMS を運用する可能性のある機関から現在 VTMS を持たないと回答

D: 関連機器製造会社の回答による。

E: 出版物等から推定

A は最も信頼性の高い情報であり、B はそれにつぐ。C はアルジェ等 11 国で、D は Shuaiba と Campeche の二つである。表 1 に VTMS の数  $N_0$  及びレーダの数  $N_r$  の地域別分布を示す。なお、レーダをもつ VTMS の数を  $N_s$  とすると、データグループ A+B に属する  $N_0 - N_s - N_r$  の総数は前回の 59-45-124 から 130-85-246 へとほぼ倍増した。なお全グループでは 281-235-411 (前調査 68-57-145) にのぼる。そして VTMS の 6 割が北欧と西欧に、1 割が東欧と圧倒的に欧州に集中している。

#### (2) 管理の方式

管理の方式をややくわしく解析するため、管理の度合

表 1 地域別の VTMS の数  $N$  と VTMS 用レーダの数  $N_r$  の分布

地域名	データ A+B		データ D+E		全 体	
	$N$	$N_r$	$N$	$N_r$	$N$	$N_r$
西欧及び北欧	43 ( 33%)	142 ( 58%)	104	109	147 ( 52%)	251 ( 61%)
ソ連及び東欧	10 ( 8%)	22 ( 9%)	15	77	25 ( 9%)	39 ( 9%)
北アメリカ	27 ( 21%)	44 ( 18%)			27 ( 9%)	44 ( 11%)
中南米	1 ( 1%)	8 ( 3%)	4	11	5 ( 2%)	19 ( 4%)
アジア	38 ( 29%)	20 ( 8%)	16	16	54 ( 19%)	36 ( 9%)
オセアニア	9 ( 7%)	7 ( 3%)	4	4	13 ( 5%)	11 ( 3%)
アフリカ	2 ( 1%)	3 ( 1%)	8	8	10 ( 4%)	11 ( 3%)
全世界	130 (100%)	246 (100%)	151	1653	281 (100%)	411 (100%)

備考: 括弧内は全世界の数に対する百分率

の高さにより I から VI の 6 種に、また情報収集と処理の手段を a から d の 4 種に次のように分類し、かつその略称を括弧内に示す。

- (I) 交通等の情報提供 (情報提供)
- (II) 通航分離航路の設定 (航行分離)
- (III) パイロットを介する管理 (パイロット)
- (IV) 船舶位置通報方式 (位置通報)
- (V) 信号による管制 (信号管制)
- (VI) 進入許可 (クリアランス) を伴う位置通報方式 (進入許可)

備考: I→VI の順に管理の度合が強く、また度合が高いものは低い度合の方式をしばしば併用している。方式 III は II を併用していても II+III と書かないこととする。

- (a) VHF 無線電電話など通信や文書によるもの
- (b) 交通監視用レーダをそなえるもの。a を併用
- (c) a や b に交通情報の電算機処理システムを加えたもの

(d) b や c にレーダ情報処理システムを加えたもの  
さきの調査でアンケートに回答があったもの (A+B, 130 システム) 及び全体 (281 システム) について用いられている管制方式及び情報入手処理手段について分類しこれを表 2 に示す。

全体をみると、監視レーダを用いパイロットを介して交通を管理する方式が 6 割をしめる。強制水先区ではこの方式と位置通報及び進入許可方式とは大差はない。回答のあったものにしぼると位置通報方式が 4 割、これにさらに管制度の高い進入許可方式を加えると過半数となる。

(3) 管理機関

回答のあった VTMS についてその運用を担当する機関の分布を前回の調査と比較して表 3 に示す。このようにコーストガード、そのほかの政府機関、港湾局 (port authority)、水先協会が主で、そのほかに石油関係の会社などがある。また、国が直接運用していない場合でも施設の設置に国が財政的/技術的に支援していること

表 2 交通管理の方式及び手段の分布状況

方式	A+B				合計及び百分率	第 1 回の調査	全 体				合計及び百分率	
	a	b	c	d			a	b	c	d		
情報提供	2	6	0	2	10 7.7%	3	5.7%	2	7	0	3	12 4.3%
通航分離	0	0	1	1	2 1.5%	1	1.9%	0	0	1	1	2 0.7%
パイロット	3	20	0	3	26 20.0%	9	17.0%	4	165	0	4	173 61.6%
位置通報	16	24	3	9	52 40.0%	28	52.8%	16	24	3	11	54 19.2%
信号管制	15	5	0	2	22 16.9%	4	7.5%	15	5	0	2	22 7.8%
進入許可	6	6	2	4	18 13.9%	8	15.1%	6	6	2	4	18 6.4%
合計	42	61	6	21	130 100%	53	100%	43	207	6	25	281 100%

表 3 運用担当機関の分布 (百分率)

	数	コーストガード	他の政府機関	自治体	港湾局	その他
今回の調査	130	35.4%	16.9%	6.9%	33.1%	7.7%
前回の調査	53	37 %	16 %	12 %	33 %	2 %

が多い。なお、運用機関と管理方式の相関をしらべると、コーストガードが運用するシステムでは管理の度合が最も高い。

(4) 担当水域と航路

VTMS のほぼ半ばは港とその進入水域を対象とし、監視レーダを 1~2 局もつ小型のものであり、大部分はポートオーソリテイが運営する。また、約 1/4 は東京湾やサンフランシスコ湾、ナホトカ湾などの広域港湾、あるいはロンドン港やロッテルダム港など長大河川とつながる港で、レーダも 2~30 と多く大きなシステムであり、ほとんどは国またはポートオーソリテイが担当している。残りはキール、ケープコッドなどの運河や、セントローレンス河、エルベ河などの大河川、それに英仏海峡やケルチ海峡などの水域を対象とする大きな VTS で、通常国が設置運営している。第 4 に回答のあったグループについて担当水域の大きさの分布を示す。

(5) 管理対象船舶と強制水先

船は大きさの範囲が広く、積載貨物や装備も多様である。管理する側では水域内の全船舶を対象とする方が考えやすいが情報伝達と船舶識別の問題がある。通常はあるきめられた大きさの船以上を管理対象とする。客船や危険物積載船、特殊船ではこの限界を下げる。表 5 にア

ンケートに回答のあった VTMS について管理対象となっている通常船舶の大きさの下限 (長さできめられているときは総トン数に換算) 及び強制水先の対象船の下限の分布を示す。“0” はすべての船を対象とすることを表わす。

船舶位置通報方式の管理では VHF 無線による情報受授が必要条件となっている。航空にくらべてその無線装備は非常に見劣りがする上に船の密度が高いというハンディキャップがある。カナダなどではほとんど全船を管理の対象とし、国際 VHF 無線の搭載を強制している。300~500 総トン以上では通信機など装備もよくなっている。大抵の水域では 500 総トン以上の船は管理の対象となっている。

(6) 装備の動向

○ VHF 無線電話 VTMS で最大の役割をはたすのは国際 VHF 無線電話である。1 局の担当範囲は主に電波見透し距離できまるので当然のことではあるが、VTMS の担当水域の大きさと、無線電話局数や各チャンネルの担当する領域の数の間に正の相関がある。通信の用語については第 1 回の調査結果と同様に英語国では英語だけ、その他の国では自国語と英語というパターンである。表 6 に 1 VTMS の中にある VHF 無線電話電話局数の分

表 4 VTMS の担当水域の長径の分布 (A+B, 百分率)

	データ数	1~10 km	10~30 km	30~100	100~300	~1000	1000~
今回の調査	130	25.4%	27.7%	26.2%	12.3%	6.9%	1.5%
前回の調査	56	18 %	23 %	37 %	13 %	7 %	2 %

表 5 交通管理及び強制水先の対象の下限 (総トン) の分布

	データ数	0	~100トン	~500トン	~千トン	千トン~	自由
交通管理	130	44.6%	16.9%	27.7%	3.8%	1.6%	5.4%
強制水先	126	38.9%	15.9%	10.3%	14.3%	4.7%	15.9%

表 6 VHF 無線電話局数の分布

	データ数	1 局	2 局	3 局	4, 5	6, 7, 8	9 以上
今回の調査	112	57.1%	13.4%	12.5%	8.0%	3.6%	5.4%
前回の調査	52	75 %	11 %	10 %	2 %	2 %	0 %

表 7 代表的な VTMS 用レーダの諸元

所 在	Liverpool	観 音 崎	Houston-G	Scheldt	Jade	Marseille
製 造 会 社	DECCA HR25	沖電気工業	AIL 109V	Philips	Telefunken	Thomson-CSF
周 波 数	9 GHz	9 GHz	9 GHz	9 GHz	9 GHz	16 GHz
偏 波 面	水 平	水 平	垂直/円	水 平	水/垂/円	水 平
ア ン テ ナ	反 射 型	二重チーズ	反 射 型	プロダクト型	反 射 型	反 射 型
ア ン テ ナ 長	7.5 m	6 m	7.5 m	0.5 m	7 m	4 m
パ ル ス 幅	50/200 ns	100 ns	50/200 ns	80 ns	100/250 ns	40 ns
水 平 ビーム 幅	0.3 度	0.25 度	0.3 度	0.25 度	0.35 度	0.33 度
垂 直 ビーム 幅	4 度	15 度	22 度	15 度	逆 cosec	

表 8 高分解能レーダのシェアの増大 (データ総数は今回約 230, 前回約 130)

	パルス幅 50 ns まで	水平ビーム幅 0.3 度まで	アンテナ長 7 m 以上
第 1 回調査	51.1%	26.9%	37.5%
第 2 回調査	55.1%	43.4%	44.8%

布を示す。

#### ○ レーダ

代表的な VTMS 用レーダの諸元を表 7 に示す。このように VTMS 用レーダは船舶用レーダ (大型船用高性能レーダではアンテナ長 2.2 m, 水平ビーム幅 0.8 度, パルス幅 100 ns 程度) にくらべて分解能, 特に方位分解能が高い。VTMS 用陸上レーダ局の性能の分布を調べると表 8 の数字が示すようにあきらかに高性能へ移行している。なお, 水域全体をレーダで監視している場合大部分が 5~20 km についてレーダ 1 基の割合となっている。

#### ○ 情報処理システム

これには, 入出港船の情報を処理したり, 航路上の船舶遭遇時刻などを計算する交通情報処理システム (Traffic Data Processing System, TDP) と, レーダビデオ信号を処理するレーダ情報処理システム (Radar Data Processing System, RDP) がある。前者は交通情報処理のオフィスオートメーション化で, 船舶データの記録や抽出, 入出港リスト作成, 航路上の予定遭遇時刻計算や位置表示などを受け持つ。RDP には, 船用衝突防止システム流用の簡易型も, 本格派もある。RDP をもつ VTMS は大抵 TDP もそなえている。

第 1 回と第 2 回の調査の 6 年の間に RDP または TDP をもつ VTMS の数は 13 から 39 へと 3 倍に, また RDP をそなえたものは 7 から 31 へと 4 倍以上に増加した。このようにコンピュータの普及にともない自動情

報処理システムを持つ VTMS の数は激増しこれからの数年は更に数を増すものと考えられる。そのうち代表的なシステムの諸元を表 9 に示す。

### 3. 各国の現状

#### 3.1 日 本

海上交通の管理は主として海上保安庁が担当している。港内は港則法もついで交通ルールを定め, とりわけ京浜港や神戸港などの 17 の特定港では 28 の航路に対し 47 信号所で航行を管制し, 指定された大きさ以上の船は前日正午までに予定時刻等を通報することなどとしている。信号管制の原理は狭い航路ではその航路幅によりさだめられた大きさ以上の船を行会わせないようにすることである。

港の外では国際的なルールにもとづく海上衝突予防法と, 東京湾, 伊勢湾, 瀬戸内海を対象とする海上交通安全法が基本になっている。この安全法により 11 の航路が指定された。その大半は浦賀水道や明石海峡のように方向を指定している。そこでは速力を 12 ノット以下に制限していることが多い。

東京湾では, 京浜港や千葉港で航路の信号制御を行ない, また観音崎にある東京湾海上交通センターでは監視レーダを用い, 巨大船等 (1 万総トン以上の船にも同様の指導) に対し位置通報方式による航行管制を行っている。なお, ここには本格的なレーダ情報処理システムをもち, 船の大きさを, 50 m と 150 m を境にして 3 段階

表 9 RDP をもつ VTMS の諸元

所 在	バンクー バー (カナダ)	スエズ (エジプト)	ジョブール (フランス)	若 松	ロッテル ダム	イエテボリ (スウェー デン)	ケープロ ッド (米 国)	イリイチ ェフスク (ソ 連)
使用開始年	1974	1984	1984	1984	1986	1982	1984	1981
使用コンピュータ	Nova 210 ×8	PDP 11/24 ×3	EV-800 PR-800 ×2	Okitac 50/60 ×1	フィリップ ス P 857/859 ×58	4 台	PDP 11/24 ×5	
レーダ数	5	3	2	1	31	3	5	
目標取得モード	手 動	自 動	自 動	自 動	自 動	自 動	自 動	自 動
処理目標数	40/R	40/R	300	300	90/R	100	50/R	12/R
船の大きさ判別	×	○	○	○	○	×		×
船位計算	○	○	○	○	○		○	○
船速計算	○	○	○	○	○		○	○
危険判定	○	×	○	○	○	○	×	○
合成映像スコープ	3		4	2	42	4		3
文字表示スコープ	2		—	2	92	—	—	—
自動表示板	—		—	—	—	—	—	—

/R: 1レーダあたりの処理目標数

に区別できる機能もっている。

なお、1973年の海上交通安全法施行と、1977年の東京湾海上交通情報システム運用開始を境にして4年間づつ東京湾における衝突隻数（括弧内は乗揚隻数、いずれも要救助）を比較すると、42(49)→21(27)→7(9)と減少している。うち、3千トン以上の大型船の衝突は10(13)→6(8)→1(1)とシステム設置の効果がよくあらわれている。通航分離型航路を設定した他の水域でも衝突事故はほぼ半減している。

海上保安庁では東京湾に続いて関門港や備讃瀬戸にRDPつきレーダをそなえたVTMSを整備してゆくことを計画している。

また、本州四国連絡橋公団では因島大橋などにレーダコンピュータシステムをそなえた全自動の船舶動静信号所を設置し、海外からも注目されている。このほか、むつ小川原石油備蓄基地などで船舶近接検知を主目的とする全自動VTMSが設置されている。

### 3.2 西欧と北欧

1960年代前半に、西欧の大河川港湾はきそってレーダチェーンを建設して狭水路を航行するパイロットを誘導し、霧中でも入出港できる全天候型港湾としてサービスのよさと交通事故の減少を誇った。これらのシステムは運用20年を経て増強されたり一部更新されたりしている。

英国ではそれぞれの港の自治性が強く、かなり小さい港にもパイロットステーション用のレーダが見られることがある。大きなVTMSを挙げると、7局のチェーン

で約100kmを担当するThames Navigation ServiceはPort of London Authorityが運営している。Milford HavenやTees港にもレーダ3局を持つVTMSが設置されている。

英仏海峡は狭いところで幅30kmあまりの海峡でここにIMOの通航分離航路が設定されている。英国側にはFolkestone Centre(2局)が、フランス側にはCap Gris Nez Centre(2局)があり、協同でThe Channel Navigation Information Serviceを運営し、情報提供と航路航行を監視している。航路設定とシステム運用開始を界にしてこの水域における各5年間の衝突は69→52→24と減少し、とりわけ反航時の衝突は50→32→7と大幅に改善されたという。

フランスも1960年代にセヌ河(レーダ2局)、ジロンド河(1局)に試験的にシステムを設置し、ついで1970年付に代表的な2港、ルーアブル(4局)とマルセイユ(2局)に新鋭システムを設置した。ついで80年代に英仏海峡にRDPをもつOuessant(1局)及びJobourg(3局)の両システムを完成し、さきのGris Nesシステムとあわせて英仏海峡のフランス側をカバーした。

オランダのロッテルダム港はレーダ9局よりなる現用のシステムをレーダ31局と多重RDP及び11TVを備える大システムに更新中である。また、オランダとベルギーが共同で13局のレーダチェーンをシエルト河に建設中でありすでに4局が稼働している。

ドイツ連邦共和国では、運輸省がエルベ河(8局)、ウ

エーゼル河 (8 局), エムス河 (4 局), ヤーデ河 (4 局) のレーダチェーンを運用し, RDP と VHF-DF を増強中である。一般にレーダの覆域を小さくとり高い分解能のところを使用しているため局の数は多い。エルベ河につながるハンブルク港でもせまい港域に 10 局をおいている。ハンブルク VTMS の運用により霧による遅延が年に 6 億円ほど軽減でき, 交通事故件数がほぼ半減したという。このほか, 全長 100 km のキール運河には 3 局が置かれ位置通報方式で管理している。

このように英仏海峡からキール運河にかけて大きな VTMS が連なっているが, 沖合の深喫水船ルートも VTMS でカバーして情報の伝達連絡を密にしてサービスの質を高められるよう具体的な検討が始められている。

スウェーデン, ノルウェイ及びフィンランドにはほとんどのパイロットステーションに計 90 局ほどレーダが設置されパイロットを誘導している。スウェーデンのイエテボリ港には RDP つきレーダ (3 局) をもつシステムが建設された。

### 3.3 東欧・ソ連

東欧の VTMS は数少く詳細はわかりにくい。ソ連は 1956 年ごろより VTMS の整備を始め, レーダの総数ではスウェーデンや英国と肩を並べる。代表的なものとして黒海の北西部オデッサ港周辺に 7 レーダ局をもつ広域交通システムが設置された。この特徴はフェリーなどにトランスポンダを搭載し識別を容易にしていることである。また, ナホトカ湾でもトランスポンダを使用している。ここには RDP つきレーダ (3 局) をもつシステムがあり大型の船舶自動追尾式表示盤をそなえている。

### 3.4 北 米

北海や濃霧などきびしい航行条件のもとにあるカナダでは, 運輸省が全国的な規模で 1970 年代から VTMS 網を展開し, かつ, 国際 VHF 無線機の義務搭載も進み, この面では最先端を進んでいる。バンクーバーを中心とする Vessel Traffic Management System—Western Region はレーダ 6 局と RDP を備えた最大級のものでさらに拡張中である。

また, セントローレンス河水域では, 上流の SEAWAY を米国側と共同で, 下流側の WATERWAY をカナダ単独で河川交通システム (5 局と 4 局) を稼働させている。この運用実績は VTMS 導入前に年平均 12 件の交通事故が導入後 3 件になったことを示す。

米国では世界にさきがけてサンフランシスコ湾に実験用レーダ情報処理システムを動かしたものの, 一時この計画をたなあげして, ビュージェットサウンド VTMS (10 局) や, TDP つき VTMS を Houston-Galveston (1 局), New York (2 局) などに建設している。なお,

工兵隊が 5 レーダ局と 10 LLLTV をもつケーブルコード VTMS を運営している。

### 3.5 その他の水域

オーストラリアやニュージーランド, 南アフリカ連邦やペルシヤ湾岸の港にはパイロットステーション用あるいは船舶管理用に監視レーダをもつ港がいくつかつづつある。

このうちスエズ運河は VTMS 最新のもので RDP つきレーダ 3 局と, CORT (Carry on Receiver Transmitter) システムをもつ。CORT はロラン C 受信機を内蔵しパイロットの乗船時に搭載される。センターはコンピュータによりそれぞれ CORT のを呼びだし各船の位置を常時把握する一種のトランスポンダシステムである。

ペルシヤ湾岸には各種の RDP つきレーダをもつ VTMS が設置されている。

このほか, Offshore Vessel Traffic Management System として海上原油ステーションやパイプラインなどの保護を目的としたシステムの数もふえている。たとえば Campeche 湾のシステムは 7 局よりなるレーダチェーンと RDP をもつ高級なシステムである。

## 4. む す び

1960 年代から本格的な船舶交通管理システムが西欧を中心に普及しはじめ, 1970 年には VTMS 用レーダは約 150 基に達した。ついで北米やソ連にひろがるとともに, コンピュータの発達にともないレーダ情報処理システムや交通情報処理システムをそなえるものが出現した。

1980 年代にはこのようなシステムが全世界的にみられるようになり, 監視レーダ数も 500 をこえるものと推定される。これらのシステムで, 手続や航行規則が国ごとに異なれば国際輸送に従事する船にとっては不便である。航空交通業務が ICAO により世界的に統一された形になったように, 船舶交通業務も IMO を舞台として統一をすすめる動きがでてきている。

終りにあたり, VTMS における問題点を列挙すると, (1) 陸側 (政府, 港湾局等) と, 海側 (乗員, パイロット, 漁民等) の協調 (2) 国際的に調和のとれた航路と航行規則の設定 (3) 国際 VHF 無線電話の船舶搭載の普及と使用言語 (4) VTMS の設置と運用の費用が主な項目であろう。これらはすべてソフトウェアの問題である。

技術面では大きな問題はあまりないが, IMO や CCIR (国際無線通信諮問委員会) における討議にそなえてデータを蓄積しておきたいものとして, (a) デジタル通信, 特に船舶用トランスポンダ, (b) 衛星による通信と位置

監視, (c) 高分解能レーダと多重レーダ情報処理, (d) 各国語と海事英語の自動変換などがあげられる。(a) について, 船舶同定用トランスポンダを使用することは長い間の討論的であった。IMO はその運用に関するガイドラインについては公表しているが搭載義務については何の了解も得られていない。しかし, 二次監視レーダトランスポンダシステムはVTMSの技術的諸問題, 特に船舶同定問題の大半を一挙に解決する手段であることはVTMS関係者の等しく認めるところである。そして, 高密度という海上交通の特殊性から, SSRモードSすなわち番号呼出方式の二次レーダトランスポンダ方式に一足とびに移行するのではないかと考えられる。これを用いると効率がよくしかもVTSと両立できる船舶衝突予防システムの設計が容易になる。

(b) について, すでに海事衛星INMARSATは実用になっている。洋上における船舶の位置を陸側で常時把握する方法として, (a) のトランスポンダとGPS受信機(あるいはオメガ受信機等)を結合して丁度スエズVTMSのCORTと同様のシステムを構成できるだろう。また, 電子航法研究所では2箇の静止衛星とトランスポンダによる測位を研究しているがこの方法で陸上局

において精度1海里で位置が把握できるものと期待している。

(c) や (d) についても関連分野で研究が進められていて, 航空交通管制における多重レーダ情報処理や音声通信のコンピュータ処理に関する研究, 及び電算機応用における電子翻訳の研究などが注目されるだろう。

#### 参 考 文 献

- 1) Fujii and Yamanouchi: A Semiquantitative Analysis on Marine Traffic Management Systems, 電子航法研究所報告 No. 20, pp. 1~52, 昭和 53 年 8 月
- 2) 松井・藤井・山内: 海上交通管理システムの調査, 電子航法研究所報告 No. 45, pp. 1~111, 昭和 59 年 5 月
- 3) G. I. Moskvin: Development of Coastal Radar Systems for Marine Traffic Management, Marine Transport Societies, Maskwa 1980 (Russian)
- 4) R. Tresfon: IALA/IAPH Questionnaire on Vessel Traffic Service Procedure. Fujii et al.: Survey on Vessel Traffic Management Systems and Brief Introduction to Marine Traffic Studies, Electronic Navigation Research Institute Papers No. 45 (1984)

#### 電波航法研究会 昭和 58 年度会計報告

収 入		項 目	金 額	摘 要	支 出		項 目	金 額	摘 要	
部	の	前年度より繰越	509,714円		支	出	会 議 費	127,000円	研究会 6回 幹事会 7回	
		金 費	1,145,000円	法人 93口×12,000 =1,116,000円 個人 14口×2,000 =28,000円 入会金 一人分 1,000円			資 料 費	0円		
							会 誌 出 版 費	114,121円	会誌29号 精算分	
							事 務 費	庶 務	60,000円	
								編 集	20,000円	
							会 計	20,000円		
謝 金	69,000円									
雑 収 入	30,800円	会 誌 販 売	通 信 交 通 費	87,250円						
広 告 料	0円		雑 費	19,100円	特別研究会 補助					
銀 行 利 子	8,627円		次 年 度 へ 繰 越	1,177,670円	会誌30号の出版費 の繰越を含む					
計	1,694,141円		計	1,994,141円						

## 因島大橋船舶動静探知レーダ

沖電気工業株式会社  
情報処理事業部

小野 沢 和 雄  
島 谷 裕  
吉 川 照 夫

### Computer Aided Radar System for Vessel Detection in the Area under Innoshima Bridge

OKI Electric Industry Company Ltd.

Kazuo ONOZAWA  
Hiroshi SHIMATANI  
Teruo YOSHIKAWA

#### 1. ま え が き

因島大橋船舶動静探知表示装置は昭和 59 年 4 月より運用が開始されている。本稿は、このシステムの中の船舶動静探知レーダの装置概要について述べるものである。

#### 2. 目 的

布刈瀬戸を航行する船舶の航行援助のため、視界不良時に同海域の船舶の動静をレーダにより探知して、航行中の船舶に情報を提供することを目的としている。

#### 3. 全体システムとの関係

全体システムの構成を図 1 と下記に示す。図 1 で実線で囲んだ部分が船舶動静探知レーダである。

全体システム： 因島大橋船舶動静探知表示装置

構成要素： (1) 船舶動静探知レーダ

(2) 情報提供装置  
レーダ・ビーコン  
信号灯

(3) 関連装置  
視程計  
自動計測監視制御装置

#### 4. 船舶動静探知区域等

船舶動静探知区域、情報提供区域、および探知対象船舶は下記のとおりである。

#### (1) 船舶動静探知区域

橋の両側、橋より約 800 m 以内の範囲 (図 2 参照)

#### (2) 情報提供区域

橋の両側、橋より 200 m 以内の一定範囲

#### (3) 探知対象船舶

レーダにより探知可能な小型漁船以上の船舶

#### 5. 特 徴

この装置は、次のような特徴を有している。

#### (1) 無人運転

#### (2) 送受信機の全半導体化

#### (3) 不要信号の抑圧に対する各種方法の使用 (表 1 参照)

#### (4) クラッタ抑圧に対する特別なビデオ処理

#### 6. 装置の構成

この装置は、次のものから構成されている。

#### (1) レーダ装置 2 式

1) レーダ空中線 2 基

2) レーダ送受信装置 2 台

3) 保守用指示器 2 台

#### (2) データ処理装置 1 式

1) データ前処理装置 2 台

2) データ処理装置 1 式

下記周辺装置を含む。

a. グラフィック・ディスプレイ 1 台

b. キャラクタ・ディスプレイ 1 台

c. タイプライタ 1 台



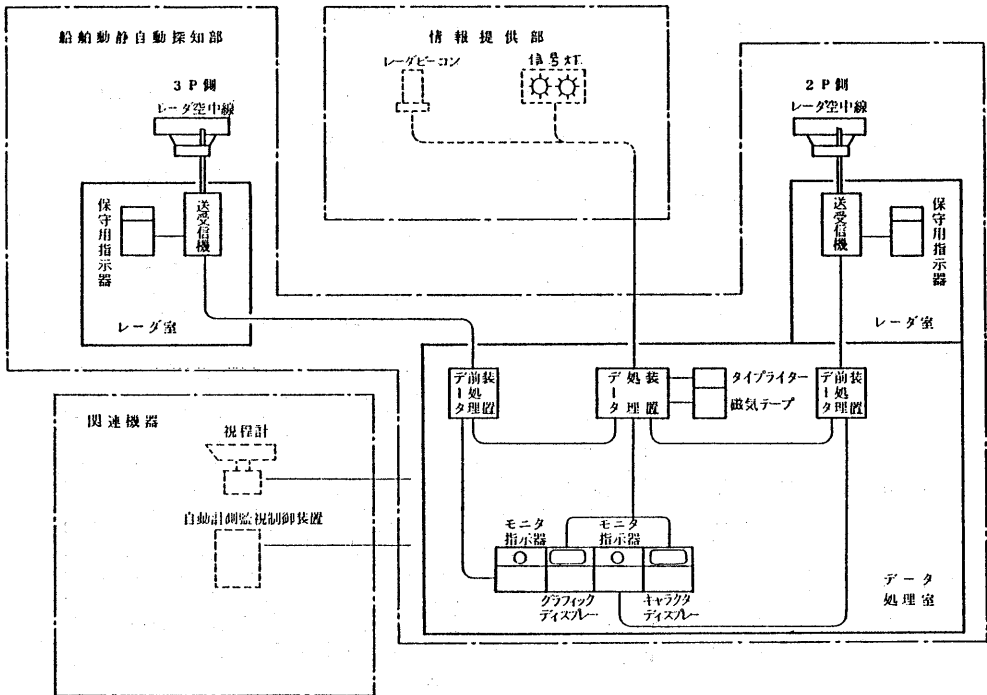


図1 システム全体構成図

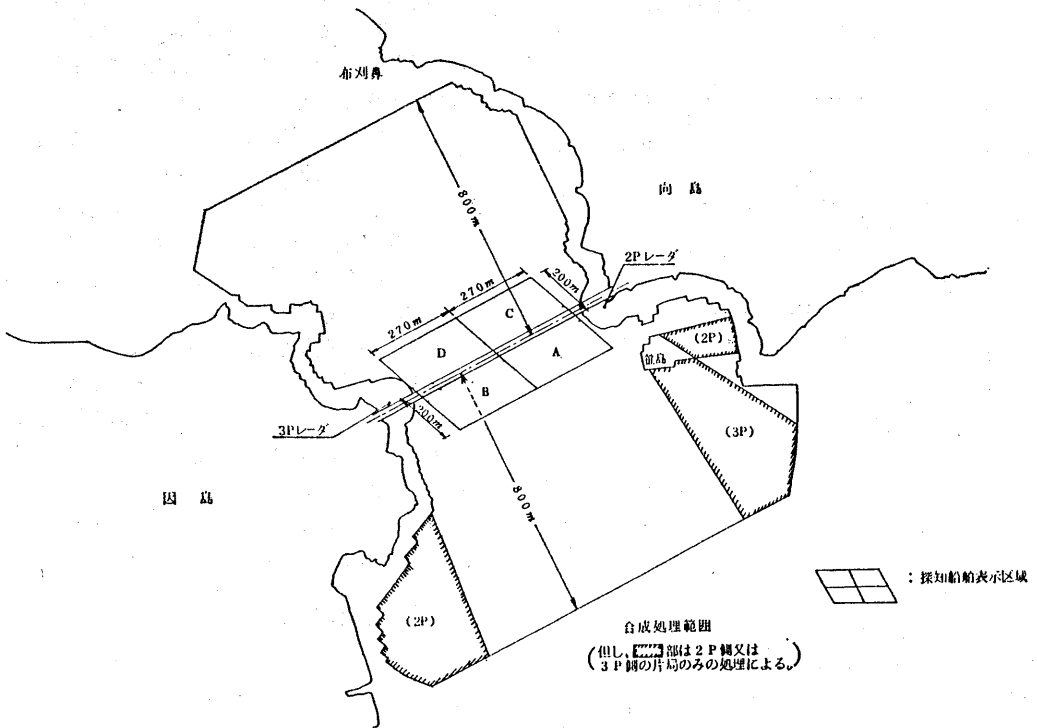
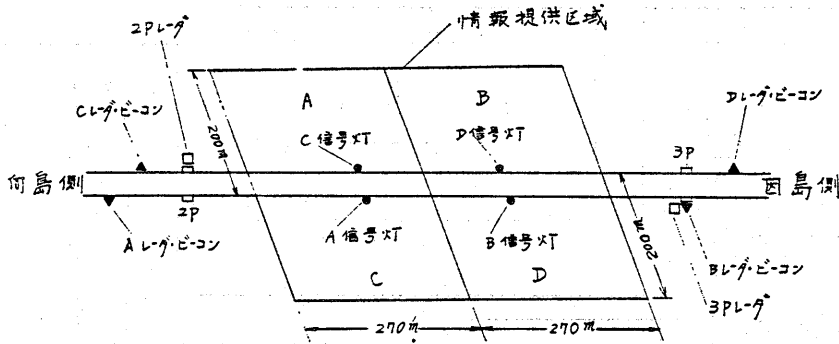


図2 船舶動静探知区域

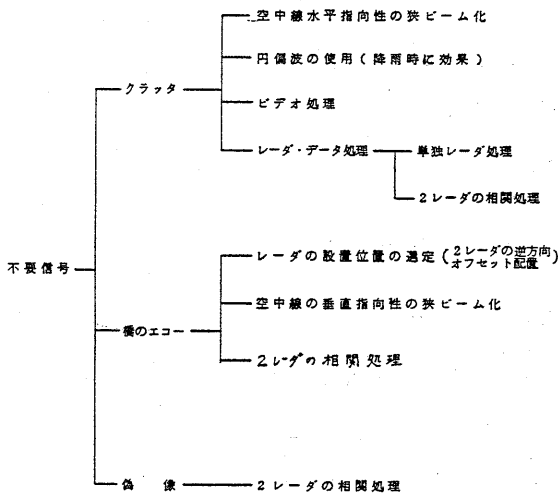


状 況	情報提供装置の状態	
	信 号 灯	レーダ・ビーコン
情報提供区域に船舶あり	対応する信号灯 <sup>1)</sup> 点滅	対応するビーコン <sup>2)</sup> 送信 <sup>3)</sup>
" 船舶なし	" 連続点灯	" 送信 <sup>4)</sup>
装置非動作時	消 灯	送信停止

注： 1), 2) 対応する信号灯, ビーコンとは A 区域に対しては A 信号灯, A レーダ・ビーコンを指す。以下同様 3) と 4) では送信パルス・コードが異なる。

図 3 情報提供区域等

表 1 不要信号の種類と適用した抑圧方法



d. 磁気テープ 1 台

(3) モニタ指示器 2 台

## 7. 装置概要

この装置の主要動作機能は次のとおりである。

- (1) 因島大橋の 2P と 3P の橋脚付近に設置したレーダ・空中線と送受信機より得られるレーダ・ビデオ信号をトリガ信号, 空中線角度信号と共に, 2P のデータ処理室内の前処理装置にそれぞれ伝送する。

- (2) 前処理装置ではレーダ・ビデオ信号に対し, クラッタ信号を抑圧するためのビデオ処理を行った後, 2値に量子化して所定の処理範囲の信号を選択し, CPUにより追尾処理をする。目標の位置, 大きさ, 速度等の 2 系統の追尾データは処理装置に送出する。

- (3) 処理装置では 2 系統の追尾データを合成処理して不要信号を除き, 目標の最終的な位置, 大きさ, 速度を決定し, 船舶動静情報を作成する。

- (4) 次に, 船舶動静情報に基づき, 信号灯, レーダ・ビーコン等の情報提供装置を駆動するのに必要な情報を得るための情報提供処理を行い, 必要データを情報提供装置に送出する。

- (5) 更に, 船舶動静情報を図形または文字でグラフィック・ディスプレイ又はキャラクタ・ディスプレイに表示するための表示処理, また船舶動静情報と運用情報をディスクに記録する処理等を行う。(データ処理概念図を図 4 に示す。)

- (6) PPI 指示機により 2 台のレーダの生映像と表示区域, 地形等のビデオ・マップを切換え表示する。

## 8. 装置の動作条件

この装置の運転動作には自動運転動作と手動運転動作の 2 モードがあるが, 通常は自動運転動作である。

- 1) 自動運転動作  
船舶動静探知レーダの起動, 停止と情報提供の開

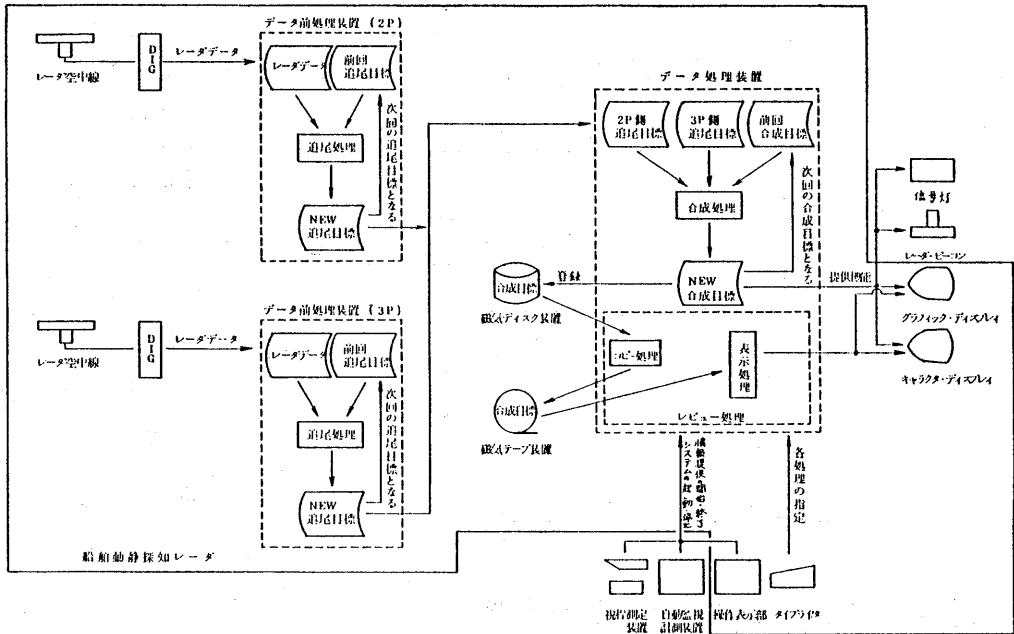


図 4 データ処理概念図

始、終了は視程計からの制御信号により次のように行われる。

- ① 船舶動静探知レーダの起動 視程が 1500 m 以下に低下したとき
- ② 情報提供の開始 視程が 1000 m 以下に低下したとき
- ③ 情報提供の終了 視程が 1000 m 以上に復旧したとき
- ④ 船舶動静探知レーダの停止 視程が 2000 m 以上に復旧したとき

2) 手動運転動作

2P のデータ処理室での操作と遠隔操作の 2 種の手動運転が可能である。

- ① データ処理室操作
  - a. 船舶動静探知レーダの起動・停止
  - b. 情報提供開始・終了
  - c. 全システムの起動・停止
  - d. 提供情報等の制御
- ② 遠隔制御
  - a. 船舶動静探知レーダの起動・停止
  - b. 全システムの起動・停止

9. 総合仕様

この装置の総合仕様は次のとおりである。

- (1) レーダ距離分解能 約 12 m
- (2) レーダ方位分解能 約 0.4°

- (3) 目標の捕捉 自動
- (4) 処理可能目標数 最大 60
- (5) 探知範囲 最小: 約 60 m  
最大: 約 2 km

10. 主要部の説明

10.1 レーダ空中線

10.1.1 概要

本アンテナはパラボリック・シリンダ型の反射鏡型で構成され、直線偏波/円偏波の切換えが任意にできる。水平ビーム幅は 0.4°, 垂直指向性は cosec<sup>2</sup> 特性に近似している。

10.1.2 仕様

- (1) 形式 反射鏡型
- (2) 偏波面 水平/円偏波 任意切換
- (3) 水平ビーム幅 0.4°
- (4) 垂直ビーム幅 4° (下側, cosec<sup>2</sup> 特性近似)
- (5) 利得 40 dB 以上
- (6) 回転数 20 r.p.m

10.2 レーダ送受信機

10.2.1 概要

本装置は全半導体化されており、RF パルス発振出力を電力増幅してサーキュレータを介して空中線に送出し、空中線からの受信入力が高周波増幅後 IF 信号に変換し、IF 増幅後ビデオ検波し、トリガ信号およびアンテナ角度信号と複合化して、外部に送出する。

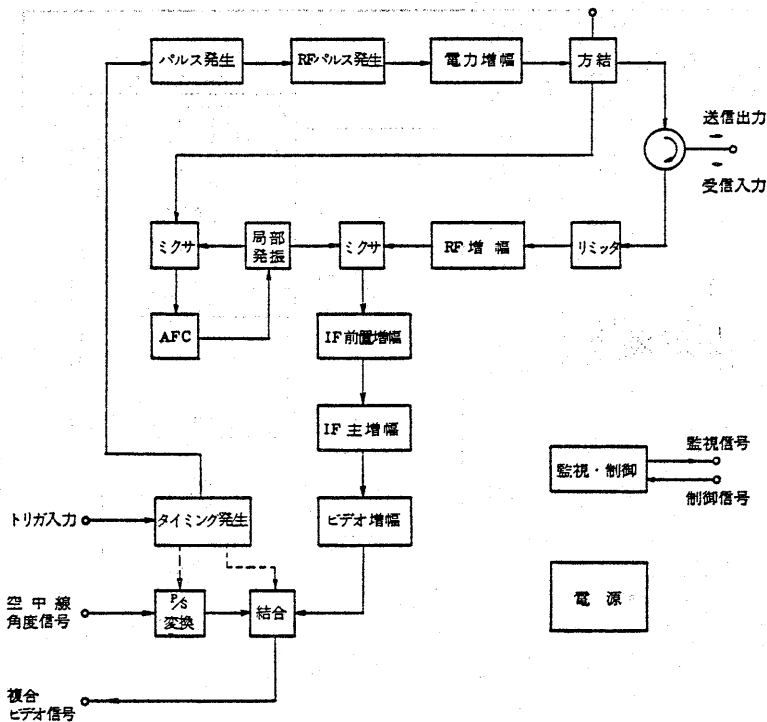


図 5 送受信機系統図

(送受信機系統図を図 5 に示す)

### 10.2.2 仕様

- |                |                              |
|----------------|------------------------------|
| (1) 送信周波数      | 13.75 GHz±6 MHz<br>(2P レーダ)  |
|                | 13.85 GHz±6 MHz<br>(3P レーダ)  |
| (2) 送信出力 (尖頭値) | 10 W                         |
| (3) パルス幅       | 0.08 μS                      |
| (4) 高周波発振器     | ガン発振器                        |
| (5) 高周波電力増幅器   | インパット増幅器                     |
| (6) パルス繰返し周波数  | 15 kHz (2 台は 1/2 周期の<br>時間差) |
| (7) 中間周波帯域幅    | 16 MHz                       |
| (8) 中間周波増幅特性   | 対数/直線 切換                     |
| (9) 最小受信電力     | -93 dBm 以下                   |

### 10.3 保守用指示器

#### 10.3.1 概要

レーダの生ビデオ信号を PPI 表示し、レーダの動作確認用として使用される。

#### 10.3.2 仕様

- |            |                  |
|------------|------------------|
| (1) 表示方式   | PPI 表示           |
| (2) CRT 直径 | 12 インチ           |
| (3) 距離レンジ  | 1, 2, 3 km       |
| (4) 固定マーカー | 200, 500 m, 1 km |

#### (5) オフセンタ 1/2 半径

### 10.4 前処理装置

#### 10.4.1 概要

本装置は送受信機より送られてくる複合ビデオ信号を分離した後、ビデオ処理回路によりビデオ信号をデジタル変換して S/N の向上とクラッタ抑圧のための処理をする。次に、このビデオ信号を 2 値に量子化して、所要範囲のものを選択し、必要ビデオ情報を抽出して CPU に入力し、CPU により目標の追尾をして追尾データをデータ処理装置に出力する。また、ビデオ・マップ・ユニットにより、ビデオ・マップ信号と処理範囲信号を作成している。

(前処理装置系統図を図 6 に、ビデオ処理回路系統図を図 7 にそれぞれ示す)

#### 10.4.2 仕様

- |              |                                |
|--------------|--------------------------------|
| (1) クラッタ除去方式 | LOG-CFAR, パターン識別, スキャン相関等の併用方式 |
| (2) 距離量子化単位  | 7.5 m                          |
| (3) 方位角量子化単位 | 0.088°                         |
| (4) 目標追尾     | 自動追尾                           |
| (5) 目標処理数    | 120 以上                         |
| (6) 出力信号     | 目標の位置, 大きさ, 速度, 目標のステータス, ビデオ  |

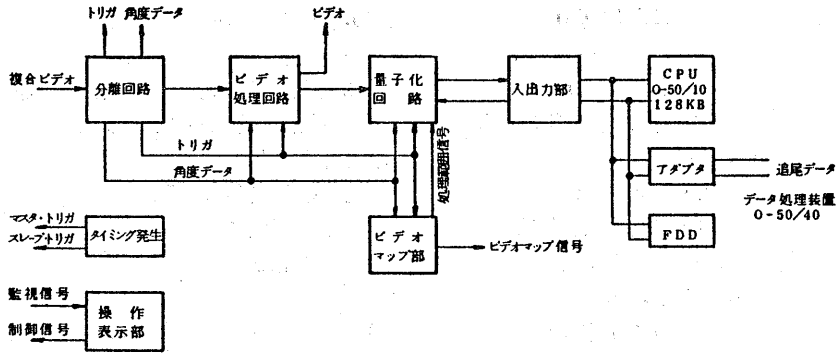


図 6 前処理装置系統図

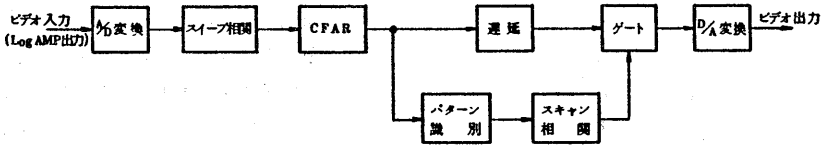


図 7 ビデオ処理回路系統図

(6) CPU

マップ信号  
OKITAC-50-10  
語構成 16 ビット  
命令数 100  
記憶容量 128 KB (実装)

プライタ及び磁気テープ等から構成される。

視程計、自動計測監視制御装置、または操作表示部から制御信号をうけて各装置を起動する。前処理装置から追尾データを取り入れ、合成処理して船舶動静情報を作成し、情報提供装置へ出力する。更に、処理結果をグラフィック・ディスプレイ、キャラクタ・ディスプレイ、タイプライタに表示、印字する。

(データ処理装置系統図を図 8 に示す)

10.5 データ処理装置

10.5.1 概要

本装置は磁気ディスクを含む処理装置本体、グラフィック・ディスプレイ、キャラクタ・ディスプレイ、タイ

10.5.2 仕様

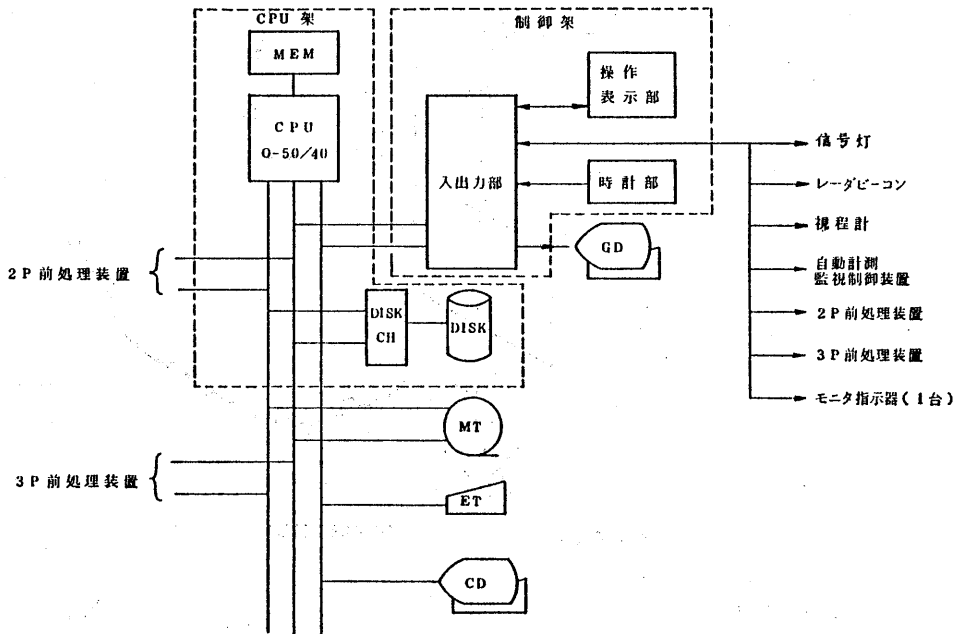


図 8 データ処理装置系統図

- (1) CPU OKITAC-50/40
  - 語構成 16ビット
  - 命令数 100
  - 記憶容量 512KB (実装)
- (2) グラフィック・ディスプレイ
  - CRT 20 インチ カラー
  - ラスタ数 1,024 本 (可視領域)
- (3) キャラクタ・ディスプレイ
  - CRT 14 インチ
  - 表示文字数 1,920 (80 字×24 行)
- (4) タイプライタ
  - 印字速度 200 字/秒
  - 1 行最大文字 132 字
- (5) 磁気テープ
  - 使用テープ 幅 12.7 mm
  - 長さ 720 m
  - 記録密度 1600/800 BPI
- (6) 磁気ディスク
  - 記録容量 10 MB
  - アクセス時間 105.5 ms (最大)

10.5.3 処理機能

- (1) 目標の合成処理
  - 2 系統の目標の位置、針路、速力等のデータを比較して判断し、最終値を決定する。
- (2) 情報提供処理
  - 表示区域 (A, B, C, D) 毎の船舶有無情報を作成し、表示区域に対応した各信号灯と各レーダビーコンにその情報を送る。
- (3) 船舶動静情報の表示処理
  - 1) グラフィック・ディスプレイへの表示
    - 船舶の位置と針路をマークにより表示する。また、表示区域、海岸線、橋等の固定図形も表示する。(図9にGD表示例を示す)
  - 2) キャラクタ・ディスプレイへの表示
    - グラフィック・ディスプレイに表示されている船舶の情報を目標番号順に表示する。(時刻、目標番号、大きさ、位置、速力、針路等)
- (5) 記録処理
  - 船舶動静情報を約3秒毎に、また、運用記録をその都度、磁気ディスクに記録する。

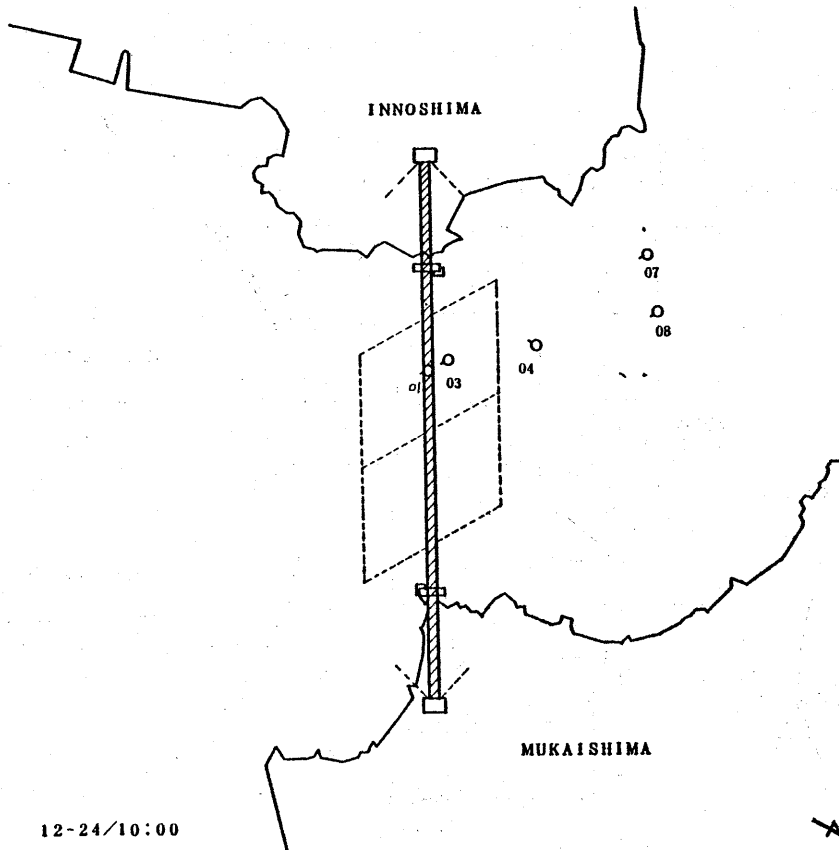


図9 GD表示例

(5) レビュー処理

磁気ディスクに記録された船舶動静情報および運用記録を磁気テープにコピーし、必要時に再び運用時と同様に船舶動静情報の表示、または運用記録の出力を行う。(表示の際は、時間帯、時間間隔、航跡等の指定が可能である)

(6) 障害処理

異常信号が発生した場合に、情報提供の続行、停止

の判断、障害表示、運用記録としての障害メッセージの記録等の処理を行う。(2系統ある装置のうち的一方、および磁気ディスク、グラフィック・ディスプレイ、キャラクタ・ディスプレイ、タイプライタ、磁気テープの故障時は情報提供は続行する)

10.6 モニタ指示器

10.6.1 概要

2系統のレーダの生ビデオ信号、マップ信号、処理範

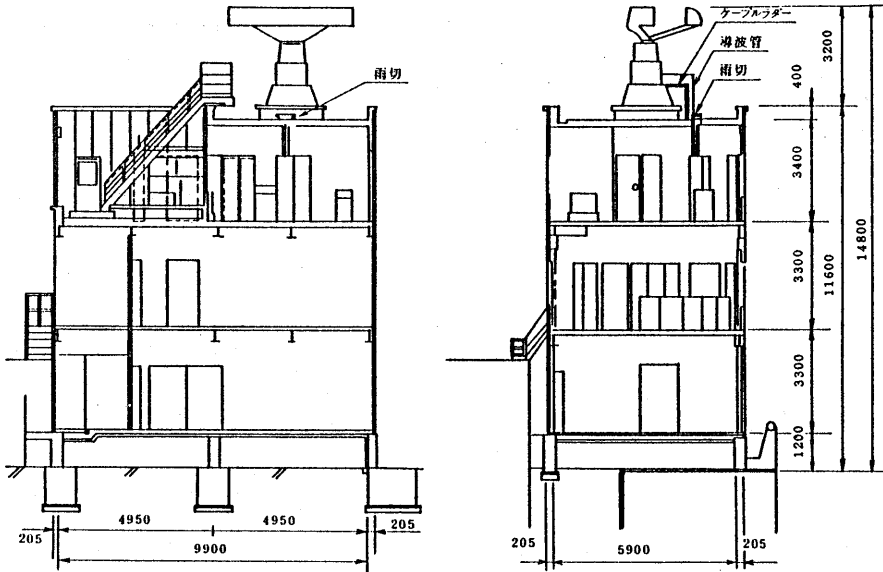


図 10 2P 局舎の配置図

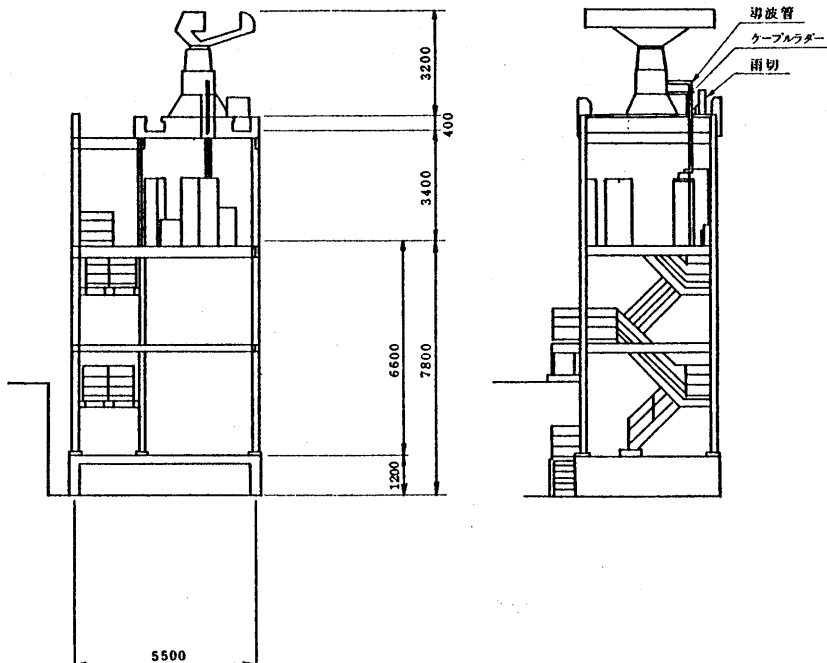


図 11 3P 局舎の配置図

圏信号等を切換えて PPI 表示する。

#### 10.6.2 仕様

- (1) 表示方式 PPI 表示
- (2) CRT 直径 12 インチ
- (3) 指示区域 半径 1, 2, 3 km の 3 区域 (固定オフセンタ)
- (4) 固定マーカ 200, 500 m, 1 km
- (5) オフセンタ 1/2 半径

### 11. 局舎と機器配置の概要

2P と 3P の局舎の配置図を図 10 と図 11 に示す。それぞれの局舎の上にレーダ空中線、3 階にレーダ送受信機と保守用指示器等が設置されている。2P 局舎の 2

階が処理室で、前処理装置 (2P および 3P)、データ処理装置、およびモニタ指示器等が設置されている。

### 12. むすび

以上、因島大橋船舶動静探知レーダについて、全体システムとの関係、特徴、装置の構成と動作、仕様、および据付状況等装置の概要に関して述べた。

### 13. 謝辞

本稿は、本州四国連絡橋公団殿の関係者の方々の御指導のもとに作成したものであり、ここにお礼申し上げます。



## 船舶レーダによる波浪（波向，波長，波速，波高）の 観測と波浪レーダの開発

日本無線株式会社 開発部

萩野芳造

### Sea Wave Observation (Wave Direction, Wave Length, Wave Velocity, Wave Height) by Marine Radar and Development of Sea Wave Radar

Japan Radio Co., Ltd., R & D Department

Yoshizo HAGINO

#### Abstract

The sea clutter signals of ship's radar are usually rejected. However, the signals contain important informations, such as wave length, wave direction, wave velocity, wave height, wind speed and wind direction.

Among them wave direction and wave height are especially desired by navigator in night or poor visibility. The author pointed out the possibilities of measuring wave height and announced the methods theoretically.

One of these methods was developed and experimented by shorebased radar and marine radar. The measured data of wave height were coincident with other different types of measuring equipments, such as Tucher; water pressure difference type measure; acclerator on buoy or supersonic sea bottom site type wave meters.

Wave lengths and directions of sea waves were revealed through Hankel transformation; direct conversion of time signal to spectrum on polar coordinate; rather than combination of coordinate conversion polar to rectangular and FFT.

Wave velocities and also wave directions were developed through phase variation in spatial patterns of successive antenna scan, and were obtained by FFT on cross spectrum between successive patterns.

The most important information, wave height is contained in several natures of sea clutter signals. The natures are following.

- (1) The radar shadows increase with height of wave.
- (2) The strong mirror type echoes are returned from defined short ranges due to wave heights.
- (3) The stretched width of radar echo pulses from sea wave means the wave heights.
- (4) The echo strength increases as higher the wave height.
- (5) The echo strength increases also with wind speed.
- (6) The strength of fundamental spacial frequency of sea echoes increases with speed and wave height.

Above these natures, the height of waves is proportional to the quotient given by fundamental spectrum by strength of sea echoes. (1), (2) and (3) are in reference papers as 2), 4), 5), 7).

#### はじめに

これまで船舶用レーダにおいては、海面からのエコーは、シークラッタと称して取り除くように技術の改善がなされてきたが、波浪レーダにおいては、従来この捨てられてきたシークラッタを逆に利用せんとする技術であり、ここで最近の信号処理の方法から改めてシークラッ

タを検討する必要があつて、シークラッタの信号処理から波浪情報を抽出した研究開発を紹介いたします。

#### 1. 波浪情報とシークラッタ

##### 1-1 シークラッタに対する在来の理論<sup>1)</sup>

レーダにおける反射エコーは、一般には孤立物標に対するレーダ方程式が従来からレーダの文献に見られる。

次の方程式が代表的であることは広く知られるところである。

$$P_r = \frac{P_t G A_e \sigma}{(4\pi)^2 R^4} \quad (1-1)$$

けれども海面反射のように、一面に物標が拡がっている、(ビーム幅×パルス幅)/2 で定義されるパルスパケットの全部または大きな部分を照射されて生じた、クラッタからの信号は、

$$P_r = \frac{P_t G A_e \sigma \theta_B (c\tau/2) \sec \phi}{(4\pi)^2 R^3} \quad (1-2)$$

以上の式で、 $P_t$  は送信電力、 $G$  はアンテナ利得、 $A_e$  はアンテナの実効開口面積、 $\sigma$  はクロスセクション、 $\sigma^\circ$  は単位面積当りのクロスセクション、 $\theta_B$  は水平ビーム幅、 $\phi$  は海面への入射角  $\theta_i$  の余角であるグレージング角である。

この場合、受信電力に着目し、海面の照射の全面積から到来する全電力は、

$$P_r = \frac{\pi P_t A_e \sigma^\circ}{64 R^2 \cos \phi} \quad (1-3)$$

で表示される。

ここで式中に使用されている  $\sigma^\circ$  は、単位角 (ラジアン) 当り、単位距離当りの値で実際の海面に対するの適用は、レーダとその海面の場所との関係によって、同じ場所でも変わる性質を内在している。 $\sigma^\circ$  を特定距離において測定しても、実際に使用することはできないので、別の観点からクラッタを考察する。

## 1-2 コンボリューションの適用

レーダの受信信号について、送信後、時刻  $T$  におけるその瞬間のエコー信号は、単純に  $(cT)/2$  の距離にある物標  $\sigma$  からのエコーではない。エコー信号の意味を考える。これまでのレーダ方程式においては、物標の  $\sigma$  が  $R$  の距離にあるとして考察していた。けれどもレーダにとっては物標の存在の距離も、物標の  $\sigma$  も不明なわけで、単に  $T$  の時間のときの瞬間の信号を観測しているというのが現実である。

$f_1(R)$  と  $f_2(R)$  のコンボリューション  $h(R) = f_1(R) * f_2(R)$  は、 $f_1(R)$  と  $f_2(R)$  が重なり合う面積を  $h(R)$  で現わしている。

レーダの受信信号において  $R$  の距離に相当する  $(cT)/2$  のところの信号は、 $R$  を横軸にしたときの振幅であるが、この振幅は、 $\tau$  をパルス幅としたときに  $R$  の距離から手前  $(c\tau)/2$  に相当するパケットと海面の後方反射係数の分布関数とのコンボリューションすなわち重なり合った面積の大きさをその点の振幅として表わしたエコー信号である。

さらに、この変換されたパルス波形の内部に考察を進

めれば、搬送波の無線周波が存在しているわけであるから、この連続無線周波をパルス波形関数で変調したものである。個々の無線周波の波形をそれぞれ  $(c\tau)/2$  の区間 (例えば 20 m ~ 150 m) 内において少しずつずらしていき、各ポイントごとについての各反射量の合計をビデオ帯、つまりローパスフィルタを通して表示したのが振幅である。

いま、反射波を距離に対する伝搬特性を略して  $E(R, \theta)$  の振幅で現わし、距離の原点を送信パルスの先端が頭を出す瞬間とすると、

$$E(R, \theta) = \left[ \text{rect} \left( \frac{R + c\tau/4 - ct/2}{(c/2)} \right) \right] \cdot F \left\{ \text{rect} \left( \frac{\theta - \omega t}{(D_h)} \right) \right\} \cdot F \{ f_\sigma(\phi, D_v) \} * \Gamma(R, \theta) \quad (1-4)$$

- 但し、 $R$  : 距離  
 $\theta$  : 方位  
 $*$  : コンボリューション  
 $D_h$  : アンテナ横径  
 $D_v$  : アンテナ縦径  
 $\omega$  : アンテナの回転角速度  
 $c$  : 電波伝搬速度  
 $\Gamma(R, \theta)$  : レーダからみた  $R, \theta$  の海面の反射係数  
 $F\{ \}$  : 関数  $\{ \}$  のフーリエ変換値  
 $\dots \{ \}$  内の等価放射源分布関数が  $R$  の距離でカバーするビーム幅

実際のアンテナでは照射源は均一分布を示す  $\text{rect}$ 、つまり方形関数ではなく (4) 式でも垂直ビームは等価分布関数として  $f_\sigma(\phi, D_v)$  で現わした。ただし、 $\phi$  は垂直面における指向迎角、 $D_v$  は垂直方向に分布するアンテナ放射源の実効垂直幅を表わす。

海面の反射率  $\Gamma$  は  $\phi$  方向を PPI と同様に垂直ビーム角に含めた。従って降雨のときや、船の動揺により海面を照射するビームが空を向くほど激しい荒天時には注意すべきで  $F\{f_\sigma(\phi, D_v)\}$  の重みづけの係数、降雨を考慮して反射係数は  $\Gamma(R, \theta, \phi)$  となる。

一方、X線を結晶体に当てたときの規則性散乱のラウエの干渉現象を、ブラッグ散乱と称するが、これを海面の散乱の現状に適用する論文もある。けれども  $(c\tau)/2$  の間における合成が、刻々と零になったり正負のピークを示したりする実状を、搬送波であるマイクロ波の半分の波長ごとに、時間では、搬送波の周波数 GHz ごとに観測したのであれば、ブラッグ散乱を適用すべきでないと思われる。

## 2. レーダ方式の波高測定

### 2-1 電波高度計方式の実用機

電波高度計の方式は、パルス方式と FM-CW 方式に大別され、いずれも航空機に搭載して高度を計測するのに使用されている。けれども航空機の高度は通常、波高よりも極度に大きなスケールであり、いずれの方式においても誤差の範囲に波高値が入ってしまう。このうちで FM-CW 方式のレーダは、受信機において、送信機と受信機とのビート周波数を検出して、その周波数から距離を算出するものである。

滑川考之（現 アロカ社）は日本無線に在社当時、従来の FM-CW レーダの方式に対して、送信周波数を制御するに当り、受信のビート周波数が一定になるまでの周期をもって高度とする発明をした。特公 46-8826。これにより受信機の SN 比の向上、検波回路の周波数直線性の不必要など、回路の安全、計測のデジタル化など、精度の向上に、計り知れない有効性を発揮する。偶然ではあったが、エグゾゼにおける高度保持の電波高度計と同技術であることは余り知られていない。図 1 にブロック図、図 2 に三井造船所有「めいさ」、東海汽船運航「シーガル」の取付個所とデータ例を示す。

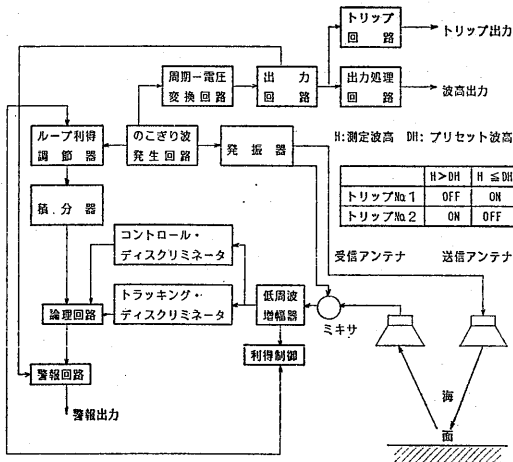


図 1 電波式波高計 (JPN-3) ブロック図

### 2-2 清水、中沢の方法による波高検出

日本無線社の清水、中沢による昭和 57 年 9 月に行った波高検出の方法は、次の考察による。

波浪からのレーダ反射エコーのうち、空間的に周期性をもつ範囲の信号  $A$  は、風に比例する項  $B$  と波高に比例する項  $C$  との積であり、フーリエ面での演算において  $A$  を  $B$  で処理することにより  $C$  を求めて、この  $C$  を他の波浪計の数値と比較して定数を決めて平均波高とした。これは他の標準の波高計の代表値に合致させる実験上から

の回帰方法によるものである。

この方法により、他の波浪計と比較した結果、0.5 m から 3 m 程度の平均波高について他の波浪計と相似を示すことが実験で確認されている。

#### (A) 清水、中沢による解

海面反射強度は、うねりが高い程また風波が激しい程強い。この関係を次のような式で表わしてみる。

$$E(x, y) = E_s(x, y) \cdot D_w(x, y) \quad (2-1)$$

$E$  : レーダで観測できる海面反射強度、そのスペクトルを  $S$  とする。

$E_s$  : うねりによる反射、スペクトルを  $S_s$

$D_w$  : 風波による反射係数、スペクトルを  $S_w$

時間領域で積の関係があると、空間周波数領域では、たたみ込み積分 (コンボリューション) となる。

$$S(1, m) = S_s(1, m) * S_w(1, m) \quad (2-2)$$

ここで  $*$  は、たたみ込み積分を表わす

風波による海面からの反射は空間領域で不規則で、そのスペクトル強度を波浪の波長程度より以下について一様分布と仮定し、 $S_w(1, m) = W$  とすると

$$S_s(1, m) = S(1, m) / W \quad (2-3)$$

このように、うねりにより反射成分が分離できるため、うねりの高さや反射成分のスペクトル強度  $S_s(1, m)$  が比例すれば波高が測定できることになる。

#### (B) 見方を変えた解説

受信信号  $E$  は、波高、風速、波長を関数とする反射係数  $\Gamma(h)$  とパルスバケットとのコンボリューションである。

海面を渡って吹く風の各部分が、それぞれ加重し合せて海波の表面に乱れを発生させるが、あたかもデルタ関数の如く、空間波長的に使用レーダのパルス幅の半分を単位とする、それ以上の長さのあらゆる波長の反射波を発生させているとする。

$$E = \Gamma(h, R) * \Pi(R) = \int_a^b \Gamma(h, R') \cdot \Pi(R - R') dR' \\ = h \cdot k \cdot v \quad (2-4)$$

とおく、ただし  $\Pi(R)$  は (1-4) 式の  $\text{rect}(R)$ 、 $a, b$  は観測範囲で、 $a=0, b=3,000$  m、 $R$  は観測距離。 $k$  は風速  $v$  に関連する係数。

一方、レーダの受信エコーである  $E$  の PPI パターンを方位をパラメータとしてフーリエ変換を行い、波浪の波長の成分に分類してみる。無風時の、うねりからの反射、うねりが無く風のみ時も考慮。

$-F\{ \}$  をフーリエ逆変換を行う記号とすると

$$-F\{F\{E(\theta)\}\} = \sum_{m=0}^m A_m \cos(W_m + \phi_m) \quad (2-5)$$

とする。波高が高ければ、波面の傾斜が大きくなるので、後方散乱が多くなり、また風も波高が高い程、波面

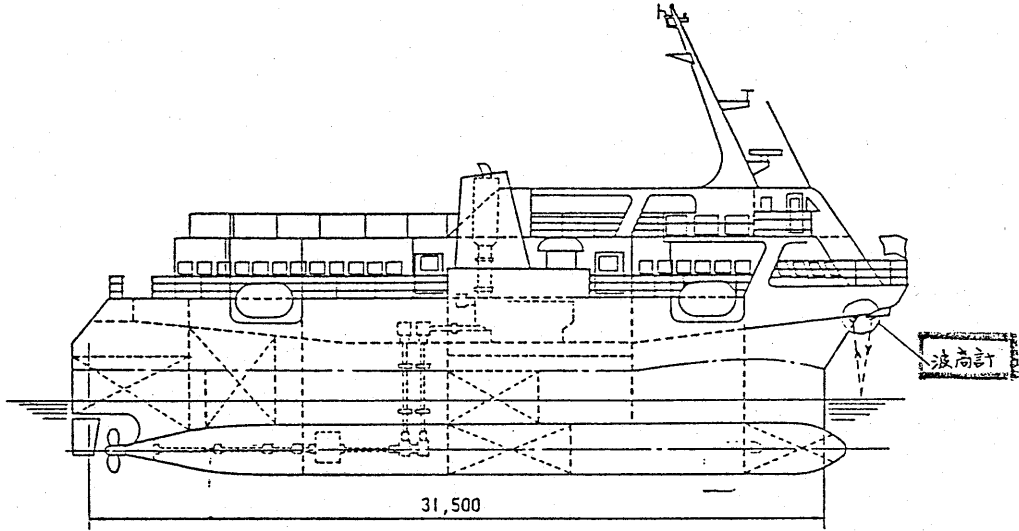


図 2(a) 三井造船名「めいさ 80」, 東海汽船名「シーガル」半没水双胴型高速旅客船の取付図

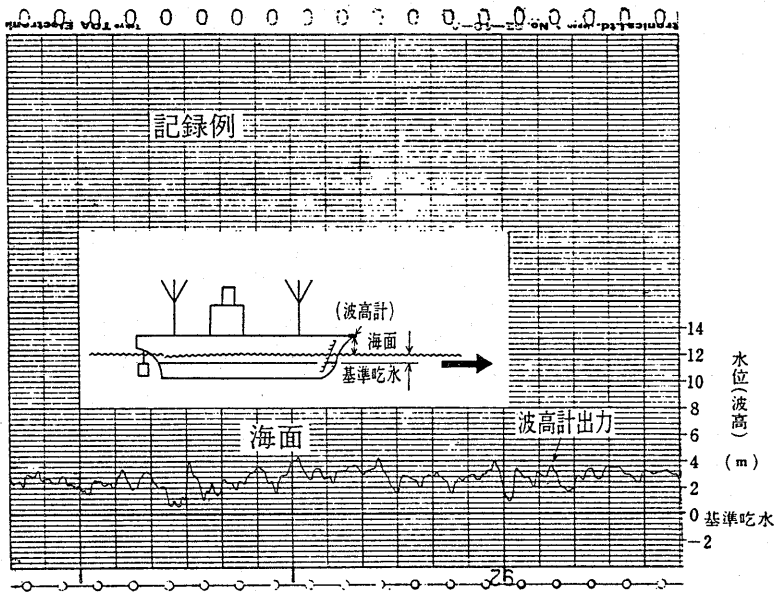


図 2(b) 波高測定データ例

に乱れを多く発生させ同じ波高でも風が強ければ波面の乱れが動揺に多くなるという相乗効果から推察して、基本波長の振幅  $A_1$  を  $a_1$  と書き換えて

$$a_1 = h^2 k \quad (2-6)$$

とおいてみる。それは次のような推理からまとめてみた。なお、(2-5) 式の 0 次項は直流分を示す。

(1) ある波長の波浪について、波高のためレーダ波の当たる部分と影の部分が発生するが、風の有無に関係なく距離に対応して影の長さは、波形とレーダのアンテナ

高、パルス幅、アンテナと波形までの距離によってきまり、明の部分に対して、波頭により陰になる暗の部分の割合は、同じである。

(2) 同じ波長の波高について、風の存在は明の部分の強度を増大させるが、明と暗の部分の波長に対する割合は不変である。

(3) 同一波長において波高の増大は、明の部分の割合の減少と暗の部分の増大を伴う。これは空間スペクトルにおける高次波長成分の割合の増加を意味する。

- (4) 基本優勢波の空間スペクトルの振幅は、波高の増大につれて増加するが、その度合は、(a) 高さのため風によって、より急峻となり、(b) 同様に波面の乱れが多くなり、(c) 風に当る部分が多くなるので、さらに(a) (b) の傾向を増大させる。
- (5) 観測される範囲の海面よりの実効値は、優勢基本波  $a_1$  と優勢波以外のスペクトルとの重ね合した波形で、 $a_{1-m} = h^{\beta-\alpha} k$  に等しいとおく。従って、

$$a_1/a_{1-m} = h^{\beta} k / h^{\beta-\alpha} k' = k/k' h^{\alpha} \quad (2-7)$$

波高  $H$  は、回帰式を用いて  $n=1$  から  $n=n$  回観測に対して、レーダでの波高  $X_1$  から  $X_n$  までについて他の標準とすべき波浪計の波高  $H_1$  から  $H_n$  までを求め、r.m.s 値から次の回帰式の  $a, b$  等の係数を求める方法である。

$$H = ax + b$$

$$H = ax^1 + bx + c$$

$$H = ae^{bx}$$

$$H = a + b \log x$$

⋮

各回帰の形式の方法がある。図3にこの方式により観測した波高値を示す。(b) 図は測量船「昭洋」によって昭和58年12月伊豆沖で測定した平均波高値、(c) 図は昭和59年12月同海域で測定した有義波高値のデータを示す。

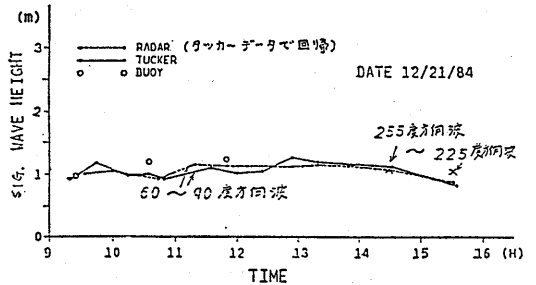


図3 タッカー波浪計の3点での各、約10分間計測して算出した有義波高値を、同時間内のレーダ画面連続8画面(約20秒間)のデータに回帰後、その特性のレーダによる有義波高値

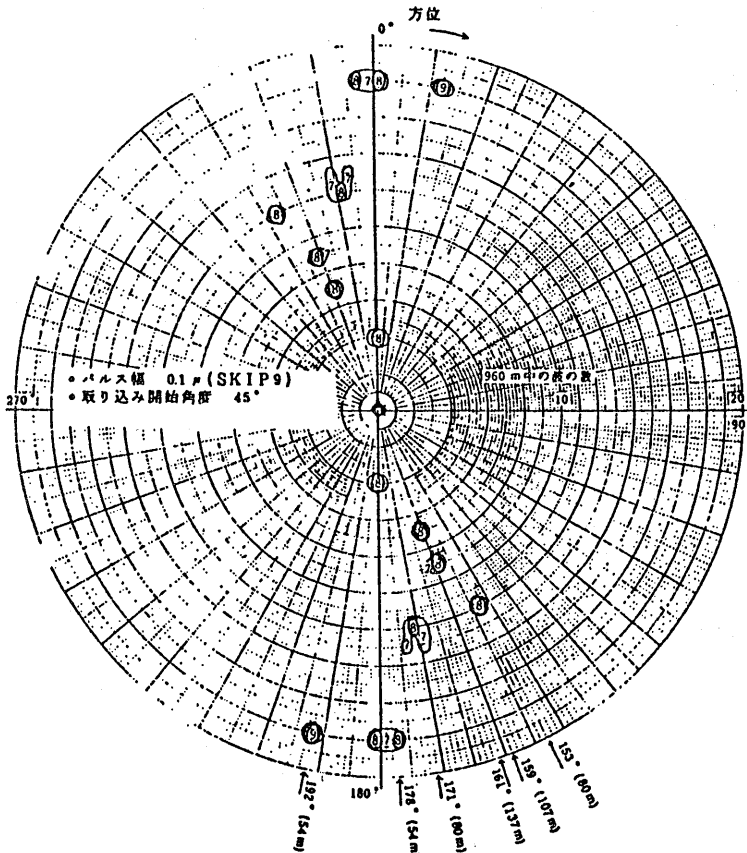
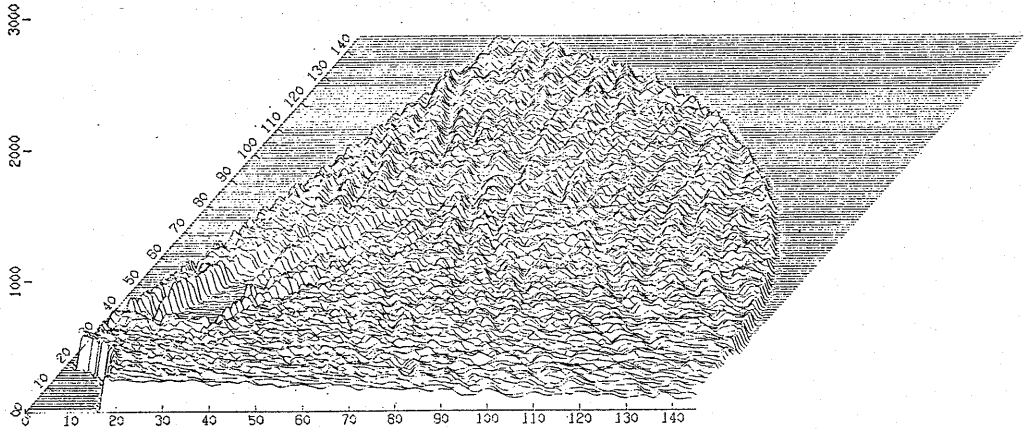


図4 960m 当りの波数を極座標で表示したハンケル変換の例



\*XSEA WAVE\* R14CMT0\*6,0.3MICRO,SKIP=5,AZIMUTH=120DEG.

図5 レーダ信号を極座標で立体的に鳥瞰図風に表示した例。40-40の附近より右上へ向って谷間になっているのは、島影にあたることを示す。

### 3. レーダ方式による波向、波長、波速の測定

我が国で最初に船舶レーダより波長の情報を抽出したのは、神戸商船大学の井上教授が昭和56年周期の日本航海学会において発表された方法である。

CRT表示の波浪影像の写真に表示された明暗パターンを光電変換し、フーリエ解析をマイコンで行って、波向と波長を出した方法であった。

この写真手法を発展させてレーダ信号から直接、波長や波向を出そうという方法を開発したので紹介する。

#### 3-1 HANKEL 変換による直接変換方法

ダイナミックレンジの広いレーダの出力信号をA/D変換して距離補正を行い、レーダの1画面を記憶させ、極座標のPPI画面から直接、極座標における空間周波数を算出するハンケル変換を用いて波向と、波長の逆数である波数を表示するものである。

図4は、960mについての波数分布を示したものである。また図5は、レーダの信号強度を鳥瞰図風に表示した例である。

これらのデータは昭和57年9月13日宮城県女川町江島のレーダ観測より得られたものである。

#### 3-2 座標変換とFFTによる方式

レーダの信号は極座標信号であるので、これをXYの直交座標に変換してFFTにより種々の情報を抽出することができる。まず最初のアンテナスキャンにより、図6の電力スペクトルを求める。次に180度のアンビキユイティをもった波向と距離に対する波数が求められる。次にこれを逆FFTすることによる信号 $f_1(t)$ により、図7に示す自己相関関数が得られる。

この図から解るように波長が求められる。次のアンテナスキャンによる信号を $f_2(t+T_a)$ とする。アンテナ1

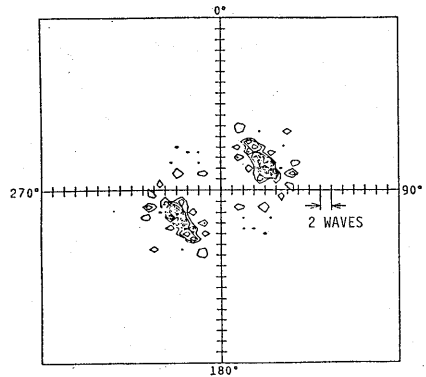


図6 Two-dimensional power spectrum

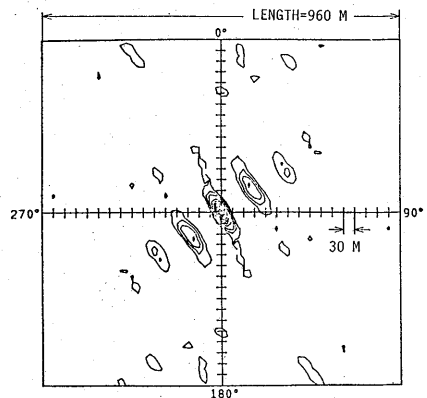


図7 Two-dimensional auto correlation

回転 $T_a$ の間に波が進行(より正確な表現をすれば、船と波の相対移動があり、波形も多少異なる)することを示す。この $f_2(t+T_a)$ のFFTにより、振幅と位相が $f_1(t)$ の場合と異なるスペクトル $F_2$ が得られる。

次に暗黙の条件として、波浪の基本波長は同じとし

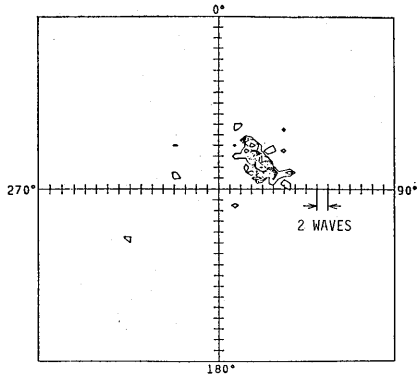


図 8 Two-dimensional cross spectrum

て、 $F_1$  と  $F_2$  との間のクロススペクトル  $\phi_{12} = F_1 \cdot F_2^*$  に位相情報を考慮すると図 8 のようになる。これは波向け情報と、波数情報を持つとともに、 $F_1$  と  $F_2$  間の位相から 180 度のアンビキュイティを取り除く。この  $\phi_{12}$  について、更に逆 FFT を行うと相互相関関数が得られ、図 9 に示すように XY 座標において、中心からどの方向へ波が移動したかが明瞭となる。つまりこの図 9 では 45 度の方向へ波が進行している、つまり南西から波浪が到来していることが解る。この図 9 で波と波の間隔が波長であるとみなしてよい。またこの図から波が数波長伝搬すると相互相関が次第に少なくなることを示す。これは波浪は電磁波や音波と異なり、波長の平方根に波速が比

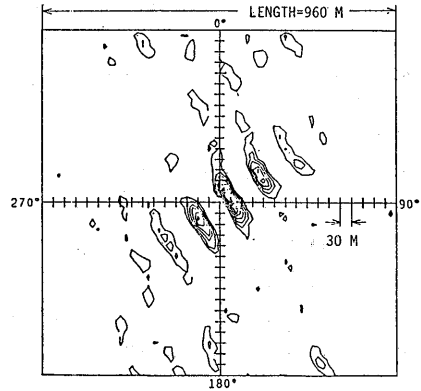


図 9 Two-dimensional cross correlation

例していることから、波長の短い高調波を波長の長いうねりがつぎつぎと追い抜いていくことから、このように変形していくものと思われる。

#### 4. 船上波浪観測システムの研究開発について

昭和 58 年度および 59 年度の 2 年度にわたり、(財)造船振興財団(笹川良一会長)の技術開発基金補助による研究開発事業として船上波浪観測システムを試作し、海上保安庁水路部と共同で同部所属の測量船「昭洋」によって実験を行ったが、試作した船上波浪観測システムの主要性能を表 1 にあげる。表にあるように、波浪レーダ

表 1 船上波浪観測システム主要性能

項 目	性 能 ・ 機 能
高速信号処理器 処 理 内 容 最 大 処 理 波 数	レーダのビデオ信号から波向、周期波長、有義波高、風浪階級を算出・出力 船のジャイロと速度計よりの信号処理・出力 4 方向までの波浪
平板型表示器 表 示 内 容	波 向                    0~360°        10° 間隔 周期・波長            1~ 99 秒        1 秒間隔 有義波高              0~ 99.5 m      0.5 m 間隔 風浪階級 Sea-State Scales 0~ 9 風 向                    16 方位 風 速                    0~ 99 m/s      1 m/s 間隔
評価(検証)用波浪計測装置 測 定 間 隔 測 定 範 囲 測 定 精 度 追 加 機 能 デ ー タ 処 理 デ ー タ の 収 録	0.5 秒間隔の A/D 変換と収録(3 軸加速度、垂直ジャイロ、風向、風速、船速) ロール角 ±45°, ピッチ角 ±30°, 3 軸加速度 ±2.5G ロール角、ピッチ角 ±1°, 3 軸加速度 ±2.5×10 <sup>-8</sup> G ヒープ及びピッチによる波高と周期の測定 鉛直加速度・ヒープの算出、絶対風速の算出 タッカー式波浪計のデータによる平均、有義、最大波高等の算出 CMT(カートリッジ磁気テープ)に収録(連続 10 時間) 有義波高等をプリンタに出力

の性能を評価（検証）するために、別に波浪計測装置を製作した。

垂直ジャイトと3軸の加速度計をセンサーとし、これらよりロール、ピッチ角およびヒープを積分により算出して、船体の動揺および変位を計測し、船の波浪に対する応答関数より、波浪の周期と波高を求める装置、また測量船のタッカー式波浪計のアナログ出力より A/D 変換し、これを100波分について記憶し、平均波高、有義波高、最大波高を測定表示する装置などである。

いずれの装置も船上においてリアルタイムに結果を表示し、レーダ方式による波浪情報のデータと比較検討を行うことができた。

これらの研究は（社）日本造船研究協会に設立された SRD 11 の特別委員会の監督技術指導を受けて行われたもので、次に委員各位および協力された方々に感謝の意を表わすとともに関係者の一覧を紹介します。

（社）日本造船研究協会特別委員会（SRD 11）委員名簿

○小山 健夫	東京大学工学部船舶工学科	教授
井上篤次郎	神戸商船大学	教授
鈴木 務	電気通信大学	教授
平山次清	横浜国立大学船舶・海洋工学科	助教授
細田竜介	大阪府立大学 船舶工学科	助教授
塩崎 愈	海上保安庁水路部海洋調査課 (前任者、二谷頼男課長)	課長
萩野芳造	日本無線株式会社 開発部	専門部長
清水紀雄	日本無線株式会社 研究所	課長
松野達夫	日本無線株式会社 研究所	主任

○印 委員長

研究開発協力者

(財)日本気象協会	愛甲 敬	参 与
"	古賀真綱	参 与
海上保安庁水路部	測量船『昭洋』	
	坂本 博	船 長

(前任者 吉田広正 船 長)  
海上保安庁水路部 海洋調査課

上野義三 海洋調査官

(前任者 藤原信夫 海洋調査官)

(株)NJK システム技術研究所

大岩唯浩 副 所 長

研究開発担当

日本無線株式会社 開 発 部

研 究 所

システム情報技術部

設 計 部

海上装備技術部

参 考 文 献

- 1) Skolnik 編: Radar Handbook, McGraw-Hill
- 2) 萩野芳造・清水紀雄・松野達夫・高山 仁・中沢郁雄・古賀真綱: レーダによる波浪観測へのアプローチ, 電子通信学会, EMCJ 82-66
- 3) 松野達夫・高山 仁・清水紀雄・萩野芳造・古賀真綱: 船舶レーダによる波浪観測—I『日本航海学会論文集 69号, 58年9月』
- 4) 萩野芳造: 波高測定 of レーダ考察, 日本航海学会論文集 69号, 58年9月
- 5) 松野達夫・清水紀雄・萩野芳造・古賀真綱: レーダによる波浪情報(台風の観測考察), 昭和58年電子通信学会情報・システム部門全国大会 S3-3
- 6) 古賀真綱他: 船舶レーダによる海面状況の推定, 計測自動制御学会, 第9回リモートセンシングシンポジウム予稿集
- 7) 萩野芳造: 船舶レーダによる海面状況の推定, 計測自動制御学会, 第9回リモートセンシングシンポジウム予稿集, 1983年
- 8) 古賀真綱他: 船舶レーダによる波浪観測, 日本海洋学会, 昭和58年秋期大会予稿集, 1983年
- 9) 社団法人 日本造船研究協会: 船舶用波浪観測レーダの研究開発 (SRD 11), 昭和58年度報告書, 昭和59年2月
- 10) 同上報告書, 昭和60年2月





Observation

## 東京湾海上交通センターの業務概要

東京海上交通センター

奥山 隆 士

### Outline of the Services at the Tokyo Wan Traffic Advisory Service Center

Tokyo Wan Traffic Advisory Service Center

Ryuji OKUYAMA

#### 1. はじめに

昭和 40 年代になると経済の急成長とともに海上輸送量が増大し、片や技術革新、合理化にともなう船型の大型化、専用船化あるいは高速化がはかられて海上交通の様相が変化してとくに過密地帯では船舶交通の安全確保が叫ばれてきていた。

海上保安庁においては狭水道をかかえる東京湾をはじめこの種海域の安全のための対応策が検討され、その方策として一つは海上交通のルールを確立すること。さらにもう一つとして最新技術を活用して新方式の航行援助施設を整備することが決まり作業が進められた。

前者は東京湾等特定な海域に適用される海上交通安全法として昭和 47 年法制化され、昭和 48 年 7 月から施行された。後者は従来の指標としての航路標識の概念を発展させ動的な機能をもたせたもので海上交通情報機構と称され昭和 45 年から整備に着手、機構の一環として昭和 52 年 2 月東京湾海上交通センター（以下センターという。）が誕生した。

東京湾における海上交通情報機構は湾内を湾内とその他の海域、換言すれば港則法の港域と海上交通安全法の適用海域に分け、港内交通、湾内交通それぞれに対応機能する施設として整備された。港内交通を対象として港内の交通情報を提供する船舶通航信号所、港内航路を管制する港内交通管制室を設置された。現在京浜港横浜区、川崎区、東京区でそれぞれに運用されている。狭水道を含む湾内の交通を対象とする施設は情報と提供を目的として観音崎に進められていたが昭和 49 年の第十雄

洋丸事故他巨大船の事故が続いたことがあって海上交通の情報提供にあわせ航路の航行管制を一元的に実施する施設として整備されセンターとして組織された。

昭和 52 年センターの業務を開始した時点では観音崎レーダ局のカバーする範囲がサービスエリアであったが昭和 53 年に本牧レーダ局エリアまで拡大し、昭和 58 年には浦安レーダ局エリアを含み湾内全域をカバーして計画が完了した。

現在のサービスエリアは別図エリア図のとりおで観音崎の南約 7 海里以北の湾内である（図 1）。

#### 2. 業務のあらまし

センターにおいては観音崎、本牧、浦安の三レーダ局のレーダ映像を常時監視し、レーダ映像をはじめ船舶交通に関する各種の情報とコンピュータ処理して情報の提供及び航路管制の業務を実施している。

情報提供業務の内容は下表のとおりである。

項目	内 容	通 信 方 法	呼称名称または出る名(周波)
定 時 放 送 報 告	1 海難などの状況 8 航路標識の異変など	周波数 1,665kHz	/
	2 航路の航行制限		
	3 巨大船の浦安水道 9 工事作業など		
	航路及び中ノ瀬航路入航予定		
	4 通航船舶の現況		
	5 換乗換船群		
	6 気象警報、気象注意報		
7 気象現況			
警 告	1 航路の航行制限	周波数	/
	2 大規模な海難などの状況	1,665kHz	/
特 別 報 告	1 巨大船の浦安水道航路入航予定	加入電話	/
	2 湾内の航行制限	0468-43-0621	/
関 連 情 報	1 船位	VHF 電話	とうきょう マーチス
	2 他船の動静(指定した他船の動静、視界不良時における一定範囲の他船の動静)	CH14、16、22	/
特 別 情 報	1 衝突の危険が予測された場合の注意喚起	加入電話	/
	2 航法是正のための注意喚起	0468-43-8622-8624	/
	3 悪天候、浪非不良時における危険回避のための注意喚起	VHF 電話	とうきょう マーチス
	4 その他	CH14、16、22	/

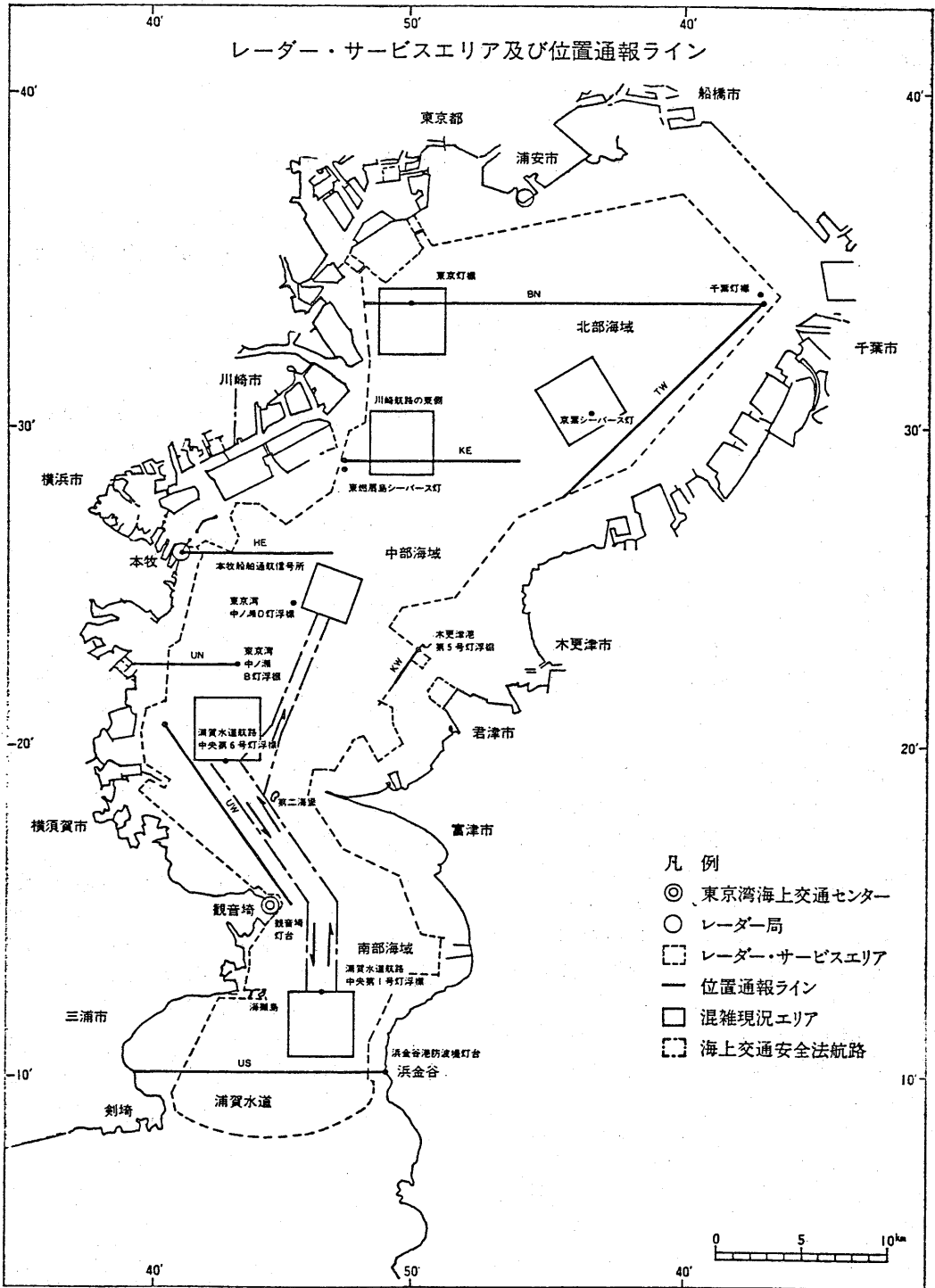


図 1

情報提供は提供方法に種別がある。大別すると放送形式と通信形式に区分される。

放送は定時放送と臨時放送があり、ラジオ受信機で受信できる。毎時 00 分と 30 分の定時に 15 分間行っている、緊急な情報を入手した場合は定時放送に優先して臨時放送を行っている。テレホンサービスは加入（船舶）電話で常時利用できる。録音した 150 秒以内の情報である。放送とテレホンサービスはすべての船舶を対象としている。

個別情報は船舶からの問合わせに対し提供し、特別情報は危険回避等のためセンターから船舶を呼出して提供している。個別情報はサービスエリア内の通信可能な船舶が対象であり、特別情報はエリア内の総トン数 1 万トン以上の船舶、危険物積載船、長大物曳（押）航船が対象となっている。

このほか、船舶が所定の位置通報を行ったとき航路の状況でとくに留意する事項を前広に航路通報として提供している。

航路管制業務の内容は下表のとおりである。

項目	内 容	通 信 方 法	呼出番号または名称(略称)
航 路 管 制	1 航路通報及び変更通報の受理	VHF 電話 CH12、16	よこはまほあん
	2 航路入航時刻の変更などの指示、勧告		
	3 航路入航制限（視界不良時、海難発生時）の指示、勧告	無線通信 15ページ参照	
	4 その他	加入電話 0469-43-8622~8624	
		公衆電報	ロイ トウキョウケン TEL3852-48 ロイ TWTASC
		テレックス	3852-463 3853-461 TWTASC J

航路管制は、浦賀水道航路及び中ノ瀬航路に入航する巨大船等から海上交通安全法に基づく航路通報を受理し、航路管制計画を策定して航路入航時刻の変更、進路警戒航の配備等所定の指示を行っている。法定の巨大船等以外の総トン数 1 万トン以上の船舶についても指導により同様に航路通報の受理、計画の策定、必要な勧告を行っている。また、視界不良あるいは海難の発生により航路の航行が危険となった場合には航路への入船の制限を行っている。

### 3. 業務の実施状況

昭和 59 年海上保安庁発表の「海上保安の現況」において、「東京湾（港内を除く）における衝突及び乗揚げによる要救助船舶は海上交通安全法施行前の 44 年から 47 年までの年平均が約 23 隻、同法施行後の 48 年から 51 年までの年平均が約 12 隻、更にセンターの運用開始後の 52 年から 58 年までの年平均が約 8 隻と減少してきている。これは同法の施行もさることながら、これにセンターの運用があいまって乗揚げ、衝突の防止に着実な成果をあげてきていることを示している。」と述べられて

おり安全が向上してきている。

しかも大型船の事故は皆無となっている。

湾内の航行船の交通流はかなり定常化されておりとくに湾外と各港間の流れはルート化している。湾内は漁業、工事、各種作業、調査のほか遊漁、リクリエーション等常時多目的に多様に利用されておりこれらを含め船舶の安全をはかる必要がありレーダ監視を行ううえで細かい配慮が要求される。

湾内の交通を中心に海上の態様を過去の監視結果をもとに以下概要をのべる。

#### (1) 概 要

##### イ. 浦賀水道航路における交通量

浦賀水道を航行する船舶の交通量は、1 日平均 748 隻で、このうち航路内航行船は 533 隻を記録している（S 59 年度海上保安庁通航船舶実態調査）が、当所のレーダで計測した長さ 20 メートル以上の航路内航行船は、545 隻（北航 266 隻、南航 279 隻）であった。このうち 1 万総トン以上の船舶は 51 隻で、またそのうちの巨大船は 22 隻となっている。

交通量の多い時間帯は、北航の場合 04~08 時（北航ラッシュ）・南航の場合 16~20 時（南航ラッシュ）であって、南航の場合特に集団化が顕著である。また、南航航路内の航行船舶が 35 隻程度になると航路内の出入口付近が混雑し、航路内に入り切れず航路外へ出てしまうという「はみ出し現象」が出現する。

##### ロ. 漁 船

昭和 58 年中に航路しょう戒中の巡視船艇が、航路内及び航路の出入口付近で操業中の漁船に対し指導した隻数は、11273 隻にのぼり、漁種は主として、小型底びき網・さし網・1 本釣である。そのほかに遊漁船 1594 隻に対し、指導を実施している。

##### ハ. 工 事 等

航路及びその周辺では、海上交通安全法の規定に基づいて許可を受けた工事・作業・調査が、ほとんど年間を通して行われている。

工事・作業の内容には、灯浮標交換作業・沈船引揚げ作業・磁気探査作業・波高計設置保守作業・沈理管引揚げ作業・ボーリング作業・海底地盤調査・海底ガス管調査・地層探査作業・漁業障害物調査・環境実態調査等多多様なものがある。

##### ニ. 視 界

東京湾は、霧のため視界が悪くなることが多く、狭視界時に発生が危ぐされる衝突・乗揚げ等の事故を未然に防止するため、センターでは視程が 1 マイル以下になった場合、巨大船、2 万 5 千総トン以上の LPG・LNG 積載船及び全長が 200 メートル以上の最大物件えい航船の航路への入航を禁止し、更に視界が悪化し視程が 1 キロ

メートル以下となった場合には、1万総トン以上の船舶に対し、航路に入らず航路外での待機を勧告している。

昭和59年の航行制限の状況は、視程が1マイル以下となり巨大船等が対象となった事例が22回、延102時間、制限の対象となった船舶は延158隻であり、視程が1キロメートル以下となり1万総トン以上の船舶が対象となった事例が11回、延時55間、対象船舶は延97隻となっている。

(2) 湾口から浦賀水道航路南口までの交通 (図2参照)

東京湾に入出湾する船舶のほとんどは、図2のコースでそれぞれ北上あるいは南下している。

入湾する船舶は、南航ラッシュ時間帯である1600~2000には、出湾する船舶の間を縫って北上し、北航航路に入航している。一方、北航ラッシュ時間帯である0400~0800には、北航航路に入る船舶が多く、同時に数隻が航路に入るような状態となることがある。

浦賀水道航路南口海域は、同航路中央1号灯浮標の南方約2~3マイル付近が浦賀チャンネルパイロットの乗下船位置になっていることに加え、神奈川県久里浜と千葉県金谷の間に就航している「東京湾フェリー」が、この南口海域を1時間当たり3~4便往來しており、入出湾船舶のコースを横切ることになることから、湾内でも船舶交通が最もふくそうする海域の一つになっており、他

船の動向に十分な注意を必要としている。

浦賀チャンネルパイロットの乗船は、浦賀水道航路中央1号灯浮標の南方3マイル付近、下船は同航路南航航路出口の南方1マイル付近で行われているが、下船の場合航路の出口付近から減速するために、後続船がつかまる場合もある。

この南口海域は、船舶交通のふくそうするところであると同時に、漁船の好漁場でもありまき網漁船・一本釣り漁船・さし網漁船とともに、釣客を乗せた遊漁船のはいかが目立っている。

まき網漁船については、入出湾する船舶の通航路をふさがないで操業するように行政指導が行われていることもあり、船舶交通に重大な影響を与えるような場所での操業はあまり見られない。

遊漁船が最も多くはいかいか停留している場所は、浦賀水道航路中央号灯浮標からその南方1マイルにかけてであり、まき網漁船同様の行政指導が行われているが、船舶交通に支障をきたす事例が時おり見られる。

(3) 航路及び航路周辺における交通

イ. 航路における船舶の流れ

浦賀水道航路の屈折部である中央2号灯浮標を通過するときに、変針が遅れたために図3のように北航船は航路の東側にはみ出し、南航船は北航航路に侵入する事例がある。

南航船については、航路の出入口付近で図4・5のような航跡を残す船舶が、ラッシュ時に見られる。

又、東京湾は風力5程度の北東及び南西の風が連吹することがあり、北東の風の場合北航船・南航船ともに航路の西側に、南西の風の場合は逆に東側に圧流される傾向がある。

その他航路内の船舶交通の流れの中で目につくものに、南航ラッシュ時間帯における数隻から10数隻の船舶の集団化現象がある。これは12ノット前後で流れている船舶の中に、10ノット前後で航行する船舶が何隻か存在するために生ずる現象と思われる。

中ノ瀬航路における流れは、一方通航のうえ航行船が少ないということもあり、浦賀水道航路よりもスムーズであるが、航路付近で小型底びき漁船が集団で操業することがあり、時には航行船の流れが多少乱されることもある。

浦賀水道航路内における操業漁船は、一本釣り漁船と小型底びき漁船が顕著で、特に7月~9月にかけて一本釣り漁船が集団で同航路中央2号灯浮標から同航路中央4号灯浮標にかけて操業し、航路を閉そくする事態がひんばんに発生している。

まき網漁船による航路内及び航路側線付近における操業は、13回認めているが、そのほとんどが夜間のため

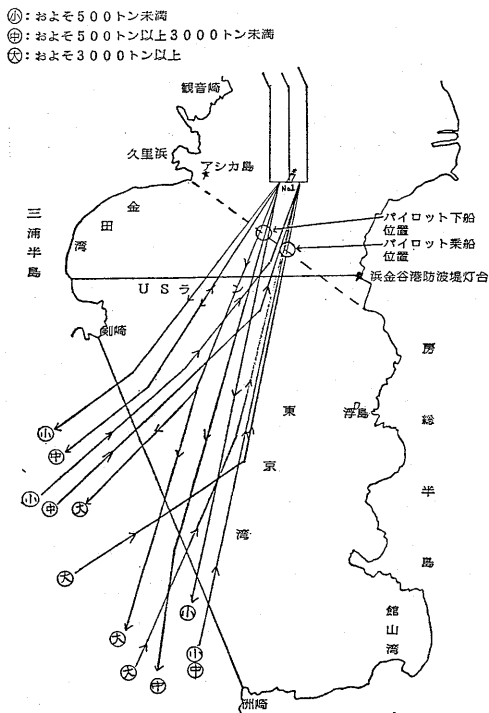


図3

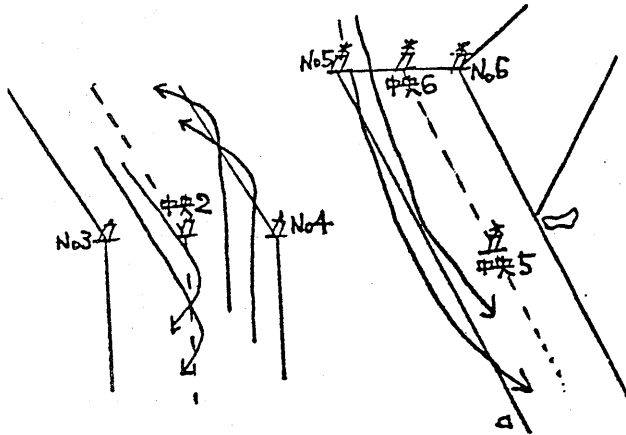


図 3

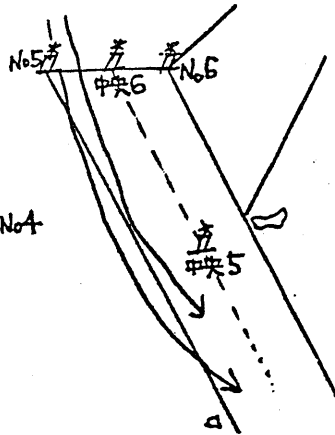


図 4

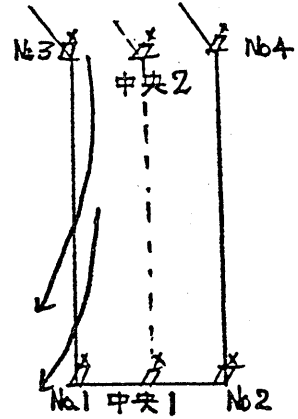


図 5

船舶交通に支障をきたす事態は発生していない。

ロ. 航路周辺における船舶の流れ

東京湾に出入する船舶で、浦賀水道航路を航行せず、航路の周辺を航行する船舶には、全長が 50メートル以下のガット船・バージなどの小型船のほかに、全長が 50メートル以上でも航路航行義務が生じる 2 地点を通過しないため、航路を航行しない船舶があり、代表的なものとして図 6 の 4 のコースで久里浜と横浜方面との間を行き来する総トン数 1000 トンクラスの油タンカーがある。

一般的に小型船の航路周辺における交通は、図 6 の 1, 2, 3, 5 のようなコースをとるものがほとんどで、その隻数は常時数隻見られるという程度である。

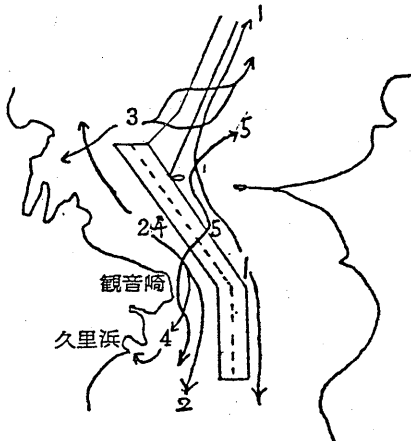


図 6

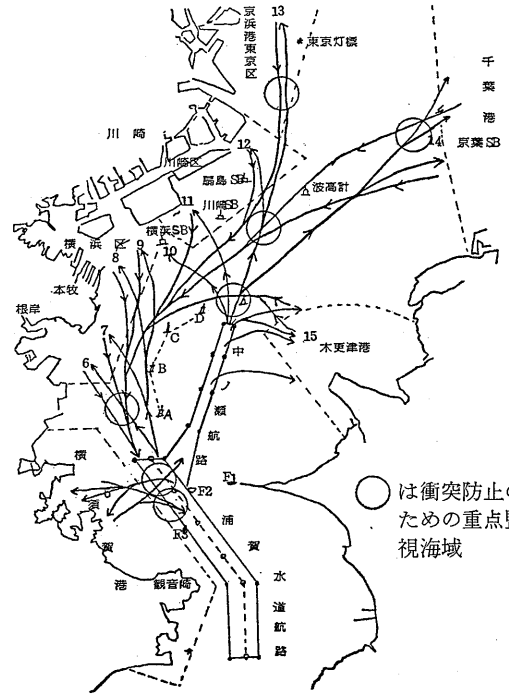


図 7

(4) 湾内主要港付近の交通 (図 7)

イ. 横須賀港の入出港

横須賀港に出入港する船舶は、背後に自動車工場・米海軍基地・海上自衛隊基地を控えていることから、自動

車専用運搬船と航空母艦や原子力潜水艦を含む米海軍の艦船及び海上自衛隊の艦船が主となっている。

入港船は、浦賀水道航路の北航航路から南航航路を横切り図の 5 の各入港コースをとる。この場合、南航航路を横断する位置は同航路中央 5 号灯浮標航過直後が最も多いが、南航船の状況によっては中央 6 号灯浮標付近まで北上して横断するものもあり、まれには横断し切れず中央 6 号灯浮標を通過後に横須賀港へ向首する船舶もある。この中央 6 号灯浮標に接近する傾向は、南航ラッ

の時間帯に目立っている。

出港船は、南航航路の途中から入航することとなるが、通常、航路への入航位置は中央5号灯浮標西方の航路側線付近から第3海堡(F3)までの約1.5マイルの間において、南航船と南航船の間に割りこむ形で入航している。そのため、南航ラッシュの時間帯においては、中央5号灯浮標西方の航路側線付近で入航することができず、入航する位置が第3海堡寄りになる傾向がある。

海上自衛隊の艦船は、通常2隻以上で航行する場合大小を問わず0.5マイル程度の間隔で隊列を組み、先頭艦船の指揮で航行しているが、浦賀水道航路においては航路の横断があるため艦隊行動はとらず単艦行動をとっているとのことであるが、先頭の艦船が航路を横切ると後続の艦船は多少の無理をしてでも追従する傾向がある。

米海軍艦船は、隊列こそ組まないが横切りが非常に慎重なもの、航路航行中の船舶に余り注意を払わず高速のまま横切るものなどまちまちである。

#### ロ. 京浜港横浜区の入出港

##### (イ) 根岸

根岸の入出港船は、背後に電力・ガス・石油・金属関係の工場を控えていることから、5~10万総トンクラス的大型原油タンカーを始め5万総トンクラスのLNG船及び多数の小型タンカー等危険物積載船が主となっている。

根岸は、浦賀水道航路のほぼ延長線上に位置するため、入出港船は図の6の線で示したようにほぼ直線のコースをとっている。

しかし、入港のとき南航ラッシュ時のように出港船が多くこのコースをとれない場合は、中ノ瀬A・B灯浮標寄りを北上し、出港船の間隙を見て左転し入港することもある。又、出港のときは、根岸の2号灯浮標の南海域には常に相当数の大小さまざまな錨泊船があるため、中・小型船は錨泊船の間を縫って航路に向い、巨大船以上の大型船は根岸の1号灯浮標と同2号灯浮標の間を通過して航路に向っている。

##### (ロ) 根岸を除く横浜区の入出港

###### ○ 入港の場合

港外で錨泊し沖待ちする船舶を含め、ほとんどの船舶が図の7・8・9の入港コースで、中ノ瀬のA・B・C灯浮標寄りに北上してそれぞれの目的地に向っている。

この場合、出港船のコースを横切ることとなるが、横切り位置は中ノ瀬のA灯浮標と同B灯浮標の中間付近から同C灯浮標と同D灯浮標の中間付近までの広い範囲に及んでおり、目的地が北部の場合や出港船が多くなると北寄りに移動する傾向

がある。又、南航ラッシュ時間帯になると、出港船との見合い関係から中ノ瀬のA・B・C各灯浮標寄りに北上する傾向があり、これは出港船の小・中型船やカーフェリーが、中ノ瀬のD・C・B各灯浮標寄りに南下するために起こる現象で、同B灯浮標付近でこの傾向が強い。

なお、入港地が鶴見川口左岸突端から120度・14000メートルに引いた線の北側になる場合は、中ノ瀬航路を航行することとなり、この場合は図10の入港コースをとるので出港船のコースをほぼ直角に横切ることとなる。

###### ○ 出港の場合

本牧沖及び大黒防波堤沖に錨泊船が多いため、本牧の外岸壁から出港する大型船は、図の7出港コースで航路に向っており、横浜航路から出港する大型船は図の8の出港コースをとるものがほとんどである。鶴見航路方面から出港する大型船は図の9の出港コースで航路に向っている。

錨地から出港する船舶は、その抜錨位置によって航路に向うコースは様々であるが、小型船は錨泊船の間を縫って航路に真直ぐ向う傾向が強く、錨泊船が少ない場合には大型船も同様の傾向を示している。

なお、この付近の錨泊船は大型船の夜間入港(2100~日出時)が禁止されていることから、夜半から明け方にかけて増加する傾向があり、このため中ノ瀬のB・C・D各灯浮標西側の浦賀水道航路に至る航路筋の至近距離に投錨する船舶が多い。

根岸を除く横浜区への入港船で主なもの、横浜シーバースへの超大型原油タンカー・本牧と大黒専用コンテナふ頭への大型コンテナ専用船・本牧の外岸壁への大型自動車運搬船及び鶴見・横浜の両航路を利用する数万総トンクラスの危険物積載船となっている。

##### (ハ) 漁船の操業

浦賀水道航路の北口から中ノ瀬及び横浜沖にかけて、小型底びき網漁船が数10隻の集団で操業することがあり、当センターの昭和58年の資料では、夏期における操業が多いことを示している。

#### ハ. 京浜港川崎区の入出港

###### ○ 入港の場合

全長50メートル以上の船舶は、中ノ瀬航路を航行する義務があり図の10・11・12の入港コースに大別されるが、何れにしても中ノ瀬航路の北口で木更津からの出港コースと交差し、次に東京・千葉方面からの出港コースを横切ることとなり、

常に衝突事故発生の懸念される場所である。これらのコースをとる大型船は、通常中ノ瀬航路内出口付近から減速を始め、航路出船後は10ノット以下の低速でそれぞれの目的地に向っている。

なお、喫水17メートル以上の大型船は中ノ瀬航路の航行義務が免除されているので、扇島・川崎浮島の各シーバース向けの超大型原油タンカー(VLCC)は、浦賀水道航路を経て中ノ瀬A・B・C各灯浮標寄りを北上して目的地に向うものもある。

#### ○ 出港の場合

鶴見航路から出港する大型船は前述の横浜港(鶴見航路)からの出港船と同様であり、扇島とその沖合海域及び川崎航路から出港する大型船は、図の11・12の出港コースで南下し航路に向っている。

川崎区の入港船では、扇島・川崎・浮島各シーバースへの超大型原油タンカー・日本鋼管扇島原料バースへの大型原料運搬船・東電扇島LNGバースへのLNG船・川崎航路を利用するLNG船等、危険物積載船が多いのが特徴である。

#### ニ．京浜港東京区の入出港

東京区の入出航船は、大小を問わずほとんどの船舶が図の13のコースをとっている。このコースを航行する船舶で大型コンテナ専用船と長距離カーフェリーは、東京航路を出た直後から浦賀水道航路に入航するまで15~20ノットの高速で航行しており、中には20ノット以上で航行した事例もある。又、カーフェリーの一部には川崎沖を南下する際に、かなり陸岸に接近するため、扇島沖で泊中の超大型原油タンカー等の間を縫航して浦賀水道航路に向うものもある。

この東京区への入出港コースは、千葉・木更津方面からの出港コースと交差するほか、川崎市と木更津市との間を1時間に4便程度往来する日本カーフェリーのコースと交差している。

#### ホ．千葉港の入出港

千葉港は背後に市川・船橋・習志野・千葉・市原・姉ヶ崎・袖ヶ浦などを控え港域は広いが、入港コースは中ノ瀬航路出航後京葉シーバース付近まではほぼ同じで、その後目的地によってコースは扇形に広がっている。

なお、京葉シーバース向けの超大型原油タンカー(VLCC)の中で、前記川崎区の場合と同様中ノ瀬航路を航行しないで浦賀水道航路出航後、中ノ瀬のA・B・C・D各灯浮標寄りに北上し同シーバースに向うものもある。

出港コースは中ノ瀬航路が航行できないため、港内各地区からの船舶は川崎沖に設置されている波高計浮標灯

付近に航針目標をとり、川崎・横浜沖を航下して浦賀水道航路に向っている。入出港は図の14のとおりである。

千葉港は京浜港川崎区とともに背後に重化学工業地帯を控えた港であるため、各種大型原料運搬船・京葉シーバースへの超大型原油タンカー・袖ヶ浦への8万総トンクラス及び5万総トンクラス的大型LNG船・その他4万総トンクラスのLPG船等とともに小・中型の危険物積載船が入出港している。

#### ヘ．木更津港の入出港

図の15の入出港コースをとる大・中型の船舶はそのほとんどが新日本製鉄バースへのものである。このうち12万総トンクラスの超大型原料運搬船は原料バースの中央岸壁へ、2万総トンクラスの貨物船は製品バースの西岸壁に着岸する。

入港コースにおける中ノ瀬航路出航位置は、中ノ瀬航路4号灯浮標から中ノ瀬航路出口に及び、不定ではあるが一般的に製品バースの西岸壁へ直航の船舶は中ノ瀬航路4号灯浮標と同6号灯浮標の間から出航し、原料バースの中央岸壁へ直航の船舶は同6号灯浮標と同8号灯浮標の間から出航するケースが多く、検査錨地へ向うものは中ノ瀬航路出口から出口から出航している。何れの場合も、大型船は中ノ瀬航路内で減速を始め10ノット程度又はそれ以下で航路を出航している。

出港コースは離岸後何れも木更津灯浮標に向首し、同灯浮標を左に見て中ノ瀬航路北口を航過し、中ノ瀬のD・C・B・A各灯浮標の西側を南下して浦賀水道航路に入航している。しかし、小型船の中には木更津灯浮標と中ノ瀬航路出口の間を航走して中ノ瀬のD灯浮標方面へ向うものがある。

出港コースは、中ノ瀬航路経由各港向けのコースと交差しており、中ノ瀬航路北口付近海域は過去に大海難事故が発生した場所でもあり、非常に注意を要する場所である。

湾内交通等は以上の様であるが湾内には何か所か交通がふくそうして事故が発生する危険性の高い海域がある。(4)湾内主要港付近の交通に示した図に記載の衝突防止のための重点監視海域である。なかでも浦賀水道北口付近は狭い海域に多くの船舶が集中するところであり底曳き漁船も頻繁に操業するので厳重な監視が所である。とくに南航ラッシュ時には最も危険な海域といえる。これらの重点監視海域については巨大船等及び巨大船等以外の1万総トン以上の船舶が相互に危険な見合関係を生じるおそれがある場合には相互の船舶に船位、動向の情報を提供し危険とならないよう注意喚起している。また冒頭のサービスエリア図に示す混雑現況エリアは航行船舶が集合、分散、交叉等見合い関係に注意する場所である。このエリ

アについては毎時の定時放送で航行船の方向別通航隻数の現況と漁船の操業状況を放送している。

台風が東京湾に接近すると港外に避難する船舶が増加する。湾内の錨泊適地には限度がありあまり錨泊船が増加すると安全なスペースが確保出来ない。走錨が発生すると直ちに接触事故につながる危険性がある。センターの台風時の観測データで昭和 58 年台風 5・6 号 (58.8.14~17) のときに湾内錨泊船数最高 325 隻を数えた。

センターでは台風接近時に避泊船がより安全に錨泊できるよう港長から避難勧告が出された時点で湾内の錨泊船の現況をレーダ映像で調査し、錨泊船情報として定時放送及び個別通信により提供している。昭和 58 年 7 月から試行という形で実施している。この情報の内容は湾内をの 12 ゾーンに分け、各ゾーン毎の毎時の錨泊船隻数を計数したものである。

昭和 59 年は台風が一度も接近しなかったため実績はないが今後試行の実績を重ね実効ある内容に改善するこ

とを検討している。

#### 4. おわりに

センターは業務を開始して 8 年を経過した。この間サービスエリアの拡大ほか逐次業務体制を整え東京湾の航行の安全をはかるため努めてきた。湾内の海難事故も漸減し安全の一端を担当するセンターとしては安全が序々に確保されて成果があがってきていると認識している。

東京湾の過密な海上交通環境は今日も変わらない、巨大船や危険物積載船の事所は重大事故につながる危険性がある。一瞬の油断もゆるせない海域が東京湾である。運航者は勿論のこと海上交通に関する者全員の安全を優先させる配慮とたゆまない努力が危機を救ってくれる道と考える。センター職員は航行援助業務の使命に徹し、与えられた職責をはたし、安全がさらに徹底されて明るい東京湾の海上交通が実現することを頼って日夜努力することを誓っている。



## 将来の地球的規模の海難救助安全システム (FGMDSS)

運輸省海上技術安全局  
安全基準管理官付

濱 路 和 明

### Future Global Maritime Distress and Safety System

Safety Standards Division  
Maritime Technology and Safety Bureau  
Ministry of Transport

Kazuaki HAMAJI

#### 1. はじめに

国際海事機関 (IMO: International Maritime Organization) は、海上における人命の安全をさらに増進するために、近年の著しい技術の発展を利用した遭難者を迅速かつ効果的に救助するための地球的規模のシステム「FGMDSS」を 1990 年に導入することを目標として、現在、IMO の補助機関である無線通信小委員会 (COM 小委員会。海上安全委員会 (MSC: Maritime Safety Committee) の任務の中で、無線通信に関する諸問題について専門的立場から検討し、MSC に報告し及び意見を表明することを任務としている。) において、この FGMDSS に使用すべき通信技術及び周波数に関する要件、船舶に備え付けるべき設備に関する要件等について、CCIR (国際無線通信諮問委員会: International Radio Consultative Committee) 及び INMARSAT (国際海事衛星機構: International Maritime Satellite Organization) の協力の下に、検討を行っているところである。

ここでは、FGMDSS の実現化に関わる国際条約の動向、FGMDSS の概念及び COM 小委員会での審議状況等について述べることとする。

#### 2. 国際条約の動向

##### 2.1 1979 年 SAR 条約 (International Convention on Maritime Search and Rescue)

SAR 条約は、1979 年 4 月、ハンブルグで開催された採択会議において採択され、1984 年 6 月 21 日に発効要件である 15 か国が締約国となったため (我が国は 1985 年 2 月 1 日現在未加入である。)、その 12 か月後の 1985 年 6 月 22 日に効力を発することとなっている。

本条約は、海上における遭難者を迅速かつ効果的に救

助するため、沿海国が一定の海域について捜索救助の責任を分担するとともに、各国が協力し合うことにより全世界的な海上捜索救助体制を確立することを目的として、条約本文 (8 条) とその附属書 (6 章) から構成され、その主な内容は次のとおりである。

- ① 締約国は、その沿岸水域における遭難者に対して十分な捜索救助を行うこと。
- ② 締約国は、捜索救助の調整を行う救助調整本部 (RCC: Rescue Co-ordination Centre) 及び救助船、救助航空機等必要な組織、施設を整えること。
- ③ 締約国は、関係締約国との合意により捜索救助区域 (SRR: Search and Rescue Region) を設定し、又は SRR の設定に代わる責任ある救助体制について合意できるよう最大限の努力をすること。
- ④ 締約国は、効率的な捜索救助活動を行うために国家間で協力を行うこと。
- ⑤ 締約国は、捜索救助活動を容易にするため、船位通報制度を整備するよう努力すること。

以上のように、SAR 条約は国際海難救助活動の operational な側面を担当する条約であり、FGMDSS は SAR 条約に定める業務を効果的に実施するためのものである。

##### 2.2 1974 年 SOLAS 条約 (International Convention for the Safety of Life at Sea)

SOLAS 条約は、1912 年、北大西洋上で世界最高速の旅客船タイタニック号が流氷と衝突、沈没し、1490 名もの犠牲者を出し、世界中に大反響を巻き起こした事件を契機として採択され、人命の安全を確保するための船舶の構造・設備等に関する安全要件を中心とした技術規定を定めた条約である。

1974 年 SOLAS 条約は、近年の造船技術の開発、多

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
1次改正	9・1発効 ・第Ⅱ-1章 構造(区画・復原性並びに機関・電気設備) ・第Ⅱ-2章 構造(防火並びに火災探知及び消火) ・第Ⅳ章 無線電信及び無線電話 ・第Ⅴ章 航行の安全 ・第Ⅵ章 穀類の運送						
2次改正			7・1発効 ・第Ⅱ章 救命設備等 ・第Ⅶ章 危険物の運送 (IBC・IGCコードの導入)				
3次改正 (仮称)			・採択会議 ・第Ⅰ章 検査と証書				・発効
4次改正 (仮称)		・勧告採択 第Ⅲ章(Ⅳ章) FGMDS ・現存船適用			改正条約採択		・発効 FGMDS 新船適用

図1 1974 SOLAS 条約の改正方向

種多様な貨物の出現等に対応して、図1のような改正が実施され、また、計画されており、FGMDSの導入は、第4次の改正項目特に、第Ⅲ章救命設備等、第Ⅳ章無線電信及び無線電話の改正)として現在考えられている。

SOLAS 条約は、SAR 条約による国際海難救助活動が、より円滑に実施されるために船舶に備え付けべき設備等を規定し、FGMDS に対してハードウェアの側面を担当する条約である。

### 3. FGMDS の全体像

このシステムの基本的な考え方は、世界中のどの海域で船舶が遭難しても、遭難現場付近にある船舶と陸上の SAR 当局が、遭難事故の発生に即時に気付き、最短時間で救助作業に参加できるようにすることである。しかしながら、このシステムをスムーズに機能させるに当たって、現在の海上遭難救助システムでは、地上周波数による無線電話、モールス信号を使用する無線電信及び EPIRB (非常位置指示無線標識局: Emergency Position Indicating Radio Beacon) を使用し、ほとんどの場合、情報の伝送は手動により作動されているため、

- ① 遭難警報が満足に受信できるかどうかは、地理上の位置、時間及び季節によって変化する周波数の伝播特性に依存している。
- ② 多くの海域において、船舶の航行密度が小さく、また、海岸局の数が少なく、他の船舶又は海岸局に警報

することが不可能であったり、数時間の遅れが生ずる可能性がある。

- ③ 遭難船舶の近くにどの船舶、航空機がいるかの情報をどうやっていつも確保しておくのか。
  - ④ 救助者が遭難者の場所にいち早く確実に到着するにはどうすればよいか。
- 等の点が問題となってきた。

これらの問題点を解消するために、FGMDS では、最近の通信技術の進歩を利用して、以下のような全体像が考えられている。

- i) 従来の無線周波数が遭難警報送信波として機能しない海域を航行区域とする船舶からの遭難警報は衛星を中継として陸上施設へ送信する。
- ii) 現在のオメガ、デッカ、ロラン系による船位測定システムを改善すべく、衛星系システム (NNSS, NAVSTAR 等) を導入することを検討する。
- iii) EPIRB にホーミング装置を取り付け、近くに来た救助船 (航空機) に探査電波を与える。  
ここで、FGMDS では世界の海域を、  
海域 A1 陸上に設置する超短波 (VHF) 局の通信できる範囲内 (約 25 海里)。  
海域 A2 陸上に設置する中波 (MF) 局の通信できる範囲内 (約 100 海里) で、A1 の海域を除く。  
海域 A3 INMARSAT のカバレッジ内で A1 及び A2 の海域を除く。  
海域 A4 A1, A2, A3 の各海域を除く海域。

の4つのカテゴリーに分類し、船舶から陸上向け及び陸上から船舶向けの遭難警報は、A1 海域を航行する船舶には VHF 帯の周波数によるデジタル選択呼出し (DSC), A2 海域を航行する船舶には MF 帯の周波数による DSC, A3 海域を航行する船舶には衛星 EPIRB, 船舶地球局 (SES) 及び HF 帯の周波数による DSC,

そして、A4 海域を航行する船舶には極軌道衛星を使用する衛星 EPIRB 及び HF 帯の DSC を使用することにより、伝送されることとしている。

これらの要件は、SAR 機関の通信網及び RCC の任務の重大さを強調することとなり、船舶から船舶向けの遭難警報については、中距離 (約 100 海里までの距離)

表 1 静止衛星利用遭難通報システムと極軌道衛星利用遭難通報システムの比較

	静止衛星利用遭難通報システム	極軌道衛星利用遭難通報システム
覆域及び即時性	周辺を除いて地球表面の約半分をカバーできる即時性がある。	地球全表面をカバーできる衛星が上空に回ってくるまで待たされる。 (覆域の半径は約 2 千海里)
測位方式	船舶上の測位データをいつも無線標識に入力しておくか、無線標識に測位機器を内蔵させる。	無線標識の発信する電波のドップラー効果を利用し地上局で求める。無線標識側では測位システムがいらないし、現在位置が求められる。
利用衛星の諸元	高度約 36,000 km, 赤道上, 衛星の寿命約 5 年	高度約 1,000 km, 極通過で周回周期約 110 分, 5~6 個以上必要, 衛星の寿命約 2 年
船舶遭難位置通報器の諸元	周波数約 1.6 GHz, 出力約 5 W	周波数約 406 MHz, 出力約 0.1 W

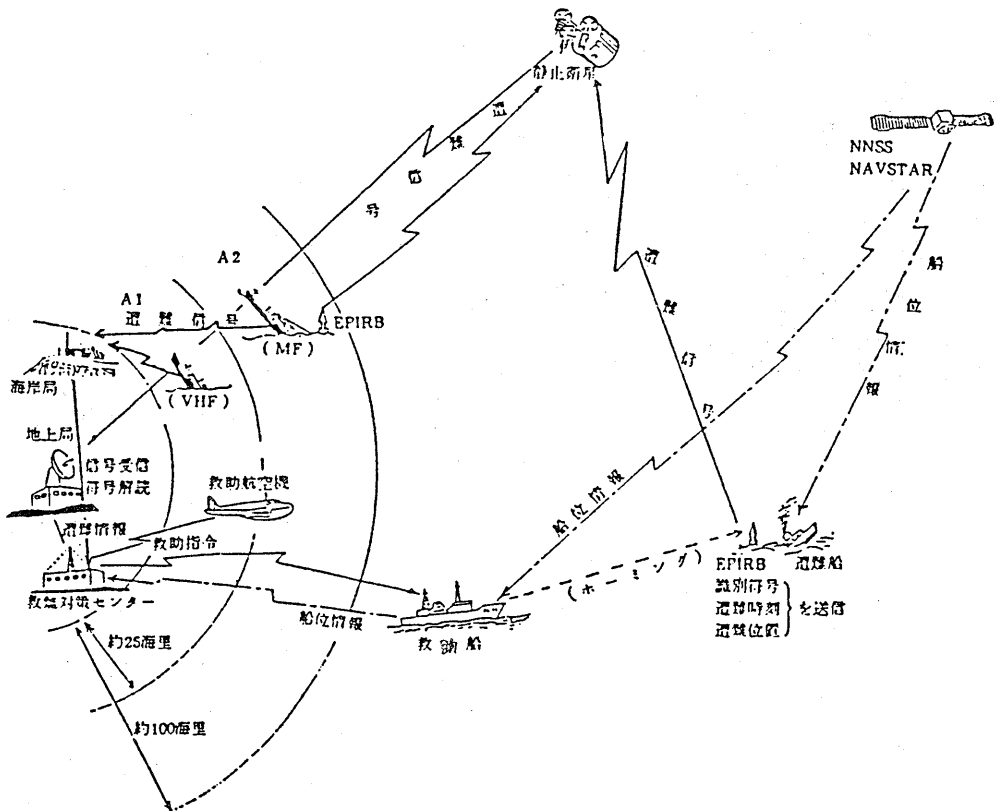


図 2 FGMDSS (A1, A2, A3 区域)

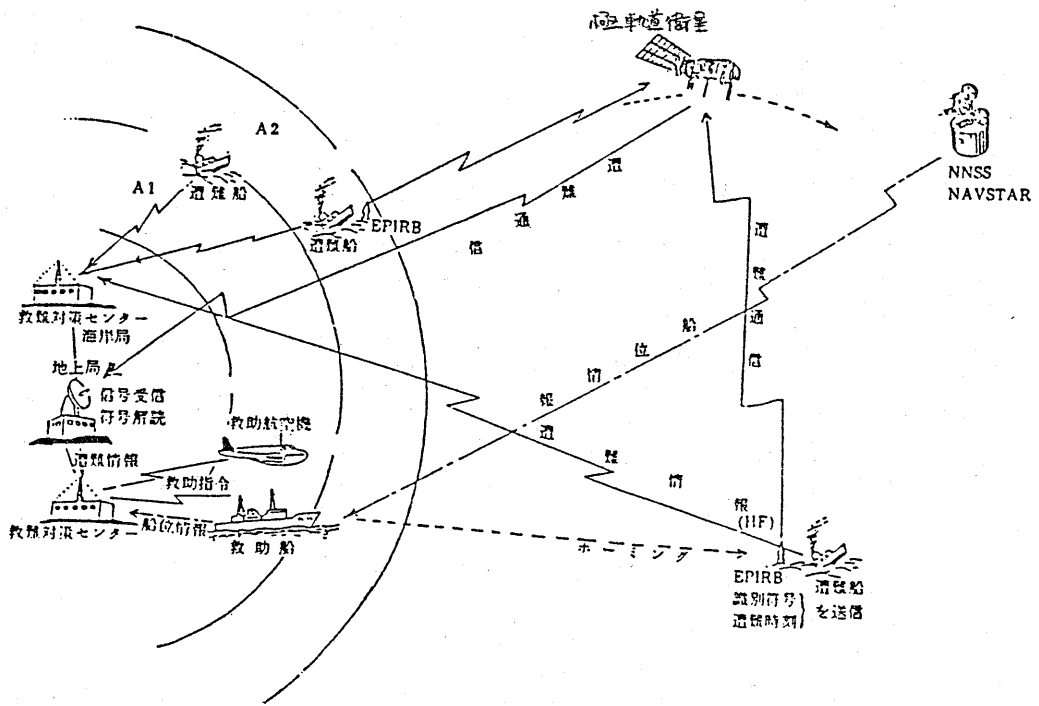


図 3 FGMDSS (A1, A2, A4 区域)

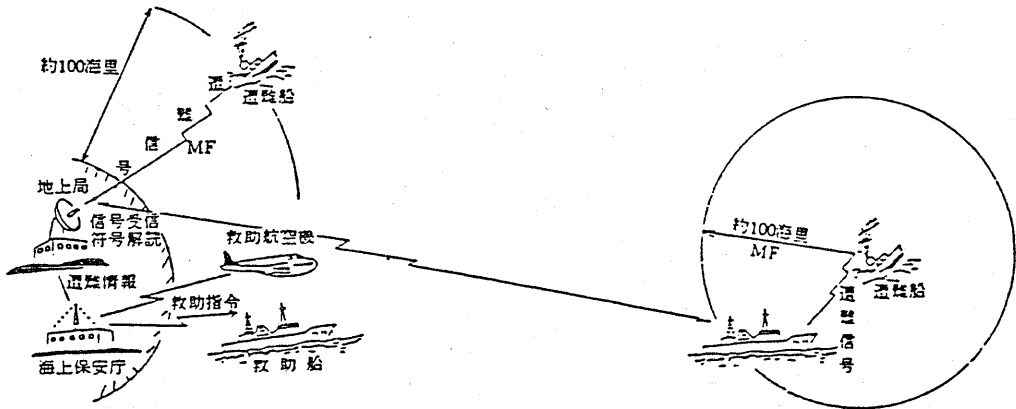


図 4 現行システム

程度で航行密度の高い海域において効果的であることを意味している。

また、A3 海域をカバーする INMARSAT 衛星はインド洋、太平洋、大西洋のほぼ全域をカバーする静止衛星であり、残りの海域 A4 は極軌道衛星によりカバーされることとなる。静止衛星による通信システムと極軌道衛星によるそれを比較すると表 1 のとおりである。

以上の FGMDSS の概念を図面化すると、図 2 (A1, A2, A3 海域)、図 3 (A1, A2, A4 海域) のようになる。

なお参考までに現行の SOLAS 救助体系を図示しておく (図 4)。

#### 4. COM 委員会等の審議状況

FGMDSS に関する諸事項については、前述のとおり、現在、IMO の COM 小委員会を中心に検討が進められている。FGMDSS の導入のためのタイムスケジュールが表 2 のとおり計画されており、この表からも、1985 年 (11 月 11 日から 22 日まで) の IMO 第 14 回総会、1988 年の SOLAS 条約改正案採択会議が FGMDSS の

表 2 FGMDSS の導入のための予定タイムスケジュール

MSC 50/27 ANNEX 5 Appendix 1

	1984	'85	'86	'87	'88	'89	'90
1. 設備及びシステム							
1.1 衛星通信関係							
a) INMARSAT 通信システム							
(1) 標準A型船舶地球局 (注 1)	C	C	C	C	C	C	D
(2) 標準C型船舶地球局 (注 2)	A	B	B	C	C	C	D
b) 衛星系 EPIRB システム							
(1) 静止系システム (注 3)	B	B	C	C	C	C	D
(2) 極軌道システム	B	B	C	C	C	C	D
1.2 地上通信関係							
a) DSC 設備 (HF/MF)	A/B	B	C	C	C	C	D
DSC 設備 (VHF)	A	A/B	A/B	B/C	C	C	D
b) 生存艇設備	I	I	C	C	C	C	D
c) ホーミング設備	I	I	C	C	C	C	D
d) 航行気象警報システム							
(i) MF (NAVTEX)	C	C	C	C	C	C	D
(ii) HF	I	I					
2. 沿岸通信及び SAR 設定							
2.1 調整通信網	E	E/F	E/F	E/F	E/F	E/F	F
2.2 国際 SAR 計画の開発と実施	E/F	E/F	E/F	E/F	E/F	E/F	E/F
2.3 沿岸 FGMDSS 設備の開発と実施	C	C	C	C	C	C	D
3. 国際協定							
3.1 ITU 無線通信規則の改正	E	E	E	MWARC	H	F	F
3.2 IMO 条約の改正							
a) 1974 年 SOLAS 条約の改正	E	E	E	E	Exp. MSC	H	G/J
b) 1978 年 STCW 条約の改正	E	E	E	E	Exp. MSC	H	G/J
3.3 IMO 総会決議							
a) FGMDSS の導入	E	Assembly	G	G	G/J	G/J	G/J
b) FGMDSS 設備の性能基準	E	E/Assembly/G	E/G	Assembly/G	G	G	G

(注 1) 新しい船舶地球局 (標準B型) が開発中である。

(注 2) この設備は現在要求されていないか陸上から船舶局向け緊急な情報の送信の要件を満たし得る受信専用能力を含む。

(注 3) 1988 年までは、すべての海域において適切に適用できる宇宙部分はない。

A 研究及び開発

B 性能基準及び実施試験の開発

C 任意設置及び遭難目的用使用

D 1974 年 SOLAS 条約の改正規則に基づく搭載

E 準備及び開発

F 実施

G 規定の発効

H 効力発生の時間

J さらに検討をする要件

J 旧設備の廃止

重要な決定会議となっている。

COM 小委員会においても、このタイムスケジュールに沿って、毎 2 年回の割合で 1 週間の小委員会と、小委員会の前後 1 週間にそれぞれ運用関係特別作業部会 (Ad Hoc (Operational)) 及び技術関係特別作業部会 (Ad

Hoc Group (Technical)) が開催され、熱心な審議がされている。

以下に、昨年開催された第 28 回 COM 小委員会 (9 月 17 日から 21 日まで) と第 50 回 MSC (11 月 19 日から 30 日まで) での FGMDSS に関する審議の概要と今

後の検討課題について述べることにする。

#### 4.1 FGMDSS の搭載要件

FGMDSS を実現させるために船舶に搭載すべき設備の具体的要件について、運用関係特別作業部会において、第 27 回 COM 小委員会までの審議を見直し、基本搭載要件予備草案 (COM 28/WP. 1/Add. 1) が作成された。表にすると表 3 のとおりである。

この草案に対して、COM 小委員会において、

- 1) 草案が、船舶が A1 あるいは A2 海域のみを航行するか、出港後 A1 及び A2 を経て A3 あるいは A4 海域へ順に航行することを前提として作成されて

いるため、港外が即 A3 あるいは A4 海域となる海域を航行する船舶の搭載要件の検討が必要であること。

- 2) A1 海域航行船舶に対する VHF 電話装置は、自動浮揚型 EPIRB の手動発信が可能な場合には 1 セットで十分であるとする妥当性の検討。
- 3) A1 海域航行船舶に対しても衛星 EPIRB を搭載すべきである。
- 4) A1 海域航行船舶に対する VHF, DSC の効果に疑問がある。

等の課題が指摘され、次回運用関係特別作業部会におい

表 3 FGMDSS の搭載要件 (案)

(国際航海に従事する 300 t 以上の全ての貨物船及び全ての旅客船に適用) COM 28/WP. 1/Add. 1 より

海 域		(現行要件) (注 1)	A1	A1~A2	A1~A3	A1~A4
V H F	電話送受信装置	○	○	○	○	○
	DSC 送受信装置		○	○	○	○
	EPIRB		△			
M	電信主送信機	○				
	” 主受信機	○				
	” 補助送信機	○				
	” 補助受信機	○				
	” 警急信号自動電鍵装置	○				
	” 自動警急機	(注 2)				
	無線電話遭難周波数聴守受信機	○				
	” 送受信装置	○				
F	電話送受信装置			○	ⓐ	○
	DSC 送受信装置			○	○	○
	直接印刷電信送受信装置				ⓐ	○
	NAVTEX 受信装置		○	○	○	○
H	電話送受信装置				ⓐ	○
	DSC 送受信装置				ⓐ	○
F	直接印刷電信送受信装置				ⓐ	○
衛星系	INMARSAT 船舶地球局				ⓐ	
	EPIRB		△	○	○	○
ホーミング設備			○	○	○	○

(注 1) 1,600 G/T 以上の船舶の要件。

(注 2) 強制ではないが、備え付けることにより聴守要件が緩和される。

△: いずれでも可。

ⓐ-ⓑ: A又はBのいずれか。

て検討されることとなった。

また、この草案では 300 G/T 以上の全ての船舶に適用されることとなっているが、300 G/T 以上 1,600 G/T 未満の貨物船に対する特別規定について今後の COM 小委員会の検討課題として残されている。さらに、ホーミングの方法及び周波数の設定についても検討がなされたが、決定には至らず、次回小委員会に持ちこされることとなった。

#### 4.2 FGMDSS の移行計画

移行計画の目的は、FGMDSS が 1990 年頃に完全に実施されるまで、現在の海上における遭難及び安全に関する措置を維持するとともに、FGMDSS の各要素を導入していくための最も安全で実際的な方法を設定することにあり、移行期間中に主管庁、IMO、船舶等各機関が講ずべき措置について、COM 小委員会での審議を経て、MSC で承認され、総会決議案 (MSC 50/27 Annex 5) が作成された。

現存船に対する FGMDSS 設備の導入は、既設備の無理のない償却期間を考慮して、1996 年までに導入することが第 28 回 COM 小委員会でも合意された。具体的な導入方法については、船令をパラメータとして、次のような導入方法がまとめられた (COM 28/WP. 7)。

- i) 新船 1990年2月1日～
- ii) 1985年2月1日後建造の船舶 1994年2月1日～
- iii) 1975年2月1日後建造の船舶 1995年2月1日～
- iv) 1975年2月1日以前 " 1996年2月1日～

本導入方法については、次回 COM 小委員会において引き続き検討される。

また、表 2 に示すとおり、本システムの実施年は 1990 年となっているが、現在の遭難安全設備と少なくとも同等以上の安全性を有すること及び遭難安全通信に関する全ての現規則は少なくとも FGMDSS が完全実施まで担保されることを条件に、1986 年から勧告レベルで FGMDSS の導入が行われることとなっている。これについての「移行期間中の FGMDSS 導入のための試験、評価、免除、同等物及び設備に関する勧告案」(COM 28/10 ANNEX 3) は、MSC に承認のため提出されたが、なお、修正の必要性が認められ、再度 COM 小委員会で検討されることとなった。この勧告案の中で、移行期間中の搭載要件を表にすると表 4 のとおりである。

#### 4.3 衛星用 EPIRB

第 28 回 COM 小委員会において、第 2 世代 INMARSAT 衛星のトランスポンダについて、MSC の要請を受け INMARSAT から宇宙部分に関するコスト見積りが提出され、検討の結果、

- ・ 静止衛星で 406 MHz EPIRB を使用する技術が実証されていないこと。

- ・ 406 MHz EPIRB を採用した場合、コストが 10 倍以上になること。

等から、第 2 世代 IMARSAT 衛星には 406 MHz トランスポンダを搭載しないことが合意された。

また、自動浮揚型衛星用 EPIRB の周波数の選定について、

- ・ 極軌道衛星用の 406 MHz のみ、
- ・ 自動浮揚型 EPIRB には 1.6 GHz、生存艇用 portable EPIRB には 406 MHz、
- ・ LPDT (Low power distress transmitter) には 1.6 GHz、自動浮揚型 EPIRB には 406 MHz、

とする案が提案がされたが、決定には至らず、次回運用関係特別作業部会で検討されることとなった。

#### 4.4 その他

他に、COM 小委員会の審議の結果、FGMDSS のハードウェアの側面を担当する SOLAS 条約第 IV 章「無線通信」の改正原案 (COM 28/WP. 1/Add. 2)、及び FGMDSS 実現の中で将来重要な役割を果たすであろう非条約船 (漁船、プレジャーボート、300 G/T 未満の貨物船等) に対する FGMDSS 技術の導入についてのガイドライン案 (COM 28/WP. 1/Add. 3) が作成され、次回小委員会での継続審議項目とされた。なお、次回会合は、下記のとおり開催されることとなっている。

- ・ 運用関係特別作業部会 1985年4月9日～13日
- ・ 第 29 回 COM 小委員会 1985年4月15日～19日
- ・ 技術関係特別作業部会 1985年4月22日～26日

また、第 50 回 MSC で承認され、第 14 回総会に具申される FGMDSS 関係の総会決議案には次のものがある。

- 1) COSPAS-SARSAT 低極軌道衛星 EPIRB システムの使用に関する総会決議案 (MSC 50/27 ANNEX 4)
- 2) FGMDSS の船上無線設備ホーミング部分の性能基準・一般要件に関する総会決議案 (MSC 50/27 ANNEX 7)
- 3) NAVTEX システムの実施に関する総会決議案 (MSC 50/27 ANNEX 8)
- 4) 船舶地球局 (SES) の型式承認に関する総会決議案 (MSC 50/27 ANNEX 9)

#### 5. あとがき

以上、FGMDSS の全体像と IMO での審議状況のみしか触れられなかったが、詳細については MSC 及び COM 小委員会の報告書等を参考にされたい。また、前述のとおり今後検討すべき事項の他にも、衛星の運用 (INMARSAT 等との契約等) 上の問題、世界的な設備機器の開発普及が目標年までになされるかどうかの問

表 4 移行期間中の搭載要件 (案)

COM 28/10/ANNEX 3 より

海 域	(現行要件) (注 1)	A1	A1~A2	A1~A3		A1~A4 (注 7)	
				(注A)	(注B)		
V H F	電話送受信装置	○	○	○		○	○
	DSC 送受信装置		(注 3) ○				
	EPIRB		△				
M	電信主送信機	○		(注 6) ⓐ	○	○	○
	" 主受信機	○		( " ) ⓐ	○	○	○
	" 補助送信機	○					
	" 補助受信機	○					
	" 警急信号自動電鍵装置	○					
	" 自動警急機	(注 2)			○	○	○
	無線電話遭難周波数聴守受信機	○	○	(注 5) ○	○	○	○
" 送受信装置	○						
F	電話送受信装置			○	○	○	○
	DSC 送受信装置			ⓐ		○	○
	直接印刷電信送受信装置					○	○
	NAVTEX 受信装置		(注 4) ○	(注 4) ○	(注 4) ○	○	(注 4) ○
H	電話送受信装置				Ⓐ	○	○
	DSD 送受信装置					○	○
F	直接印刷電信送受信装置					○	○
衛星系	INMARSAT 船舶地球局			ⓑ	○		
	EPIRB		(注 3) △	(注 3) ⓐ	(注 3) Ⓐ	○	(注 3) ○

(注 1) 1,600 G/T 以上の船舶の要件。

(注 2) 強制ではないが、備え付けることにより聴守要件が緩和される。

(注 3) 国際的要件が定利使用可能な場合。

(注 4) NAVTEX 放送が行われている海域を航行する場合に限る。

(注 5) 無線電話警急信号発生装置を含む。

(注 6) 船舶無線電話と独立していること。

(注 7) DSC 及び衛星用 EPIRB の試験が十分になされ、十分な数の HF 海岸局が DSC を設備している場合に適用できる。

(注 A) INMARSAT 船舶地球局が備え付けられた場合。

(注 B) INMARSAT 船舶地球局の代りに、HF・DSC が備え付けられた場合。

△: いずれでも可。

ⓐ-ⓑ-ⓒ: a、b、又は c のいずれか。

Ⓐ: いずれでも可。

題, SAR 参加機関の施設整備の問題点等, 目標年である 1990 年 (延ばされる可能性もある) までに解決すべき

事項が多数残されており, 今後の IMO での審議の動向に注目していく必要がある。





## Introduction of New Products

# 最適航海計画システム

三菱重工業株式会社  
船舶技術部

原 泰 徳

## Optimum Navigation Planning System

Ship Engineering Department  
Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.

Yasunori HARA

### 1. はじめに

1979年の第2次石油ショック以来、海運業界では運航コスト低減のために様々な角度から船舶の省エネの努力がなされている。三菱重工業(株)ではこれらの要請に応えるために航海の安全と操船による省エネと省力化をめざした新しい航法システム、三菱最適航海計画システム(TONAC-N2)を開発したので、概要を紹介する。

このシステムはマイクロコンピュータとCRTディスプレイを利用して航海情報を迅速、正確に処理する装置で、衛星航法装置などからの信号を使い、航海士との会話形式で最適な航路計画や分析を行うことができる。また、三菱省燃費型自動操舵装置(TONAC-P1)や他のオートパイロットと接続すれば、航路保持機能により目的地までの自動操船も可能である。

近年、最適運航に対する関心が高まってきており、既

に一部ではウェザルーチングサービスが行われているが、このシステムでは船上で簡単に最適航路の計画を行う「オンボード・ウェザルーチング」の考えを取り入れている。

### 2. システムの特徴

#### 2.1 新航法の採用

漸長緯度法、大圏航法、集成大圏航法のほかに、「最短迂回航法」と「多段航法」と名付けた新しい航法機能を備えている。

##### (1) 最短迂回航法

図2のように、短形で指定した危険領域を回避し最短航路を引く航法である。危険領域として、台風や荒天域、軍事演習海域、浅瀬や群島など任意に指定する。

##### (2) 多段航法

漸長緯度、大圏、最短迂回航法など自由に組み合わせて

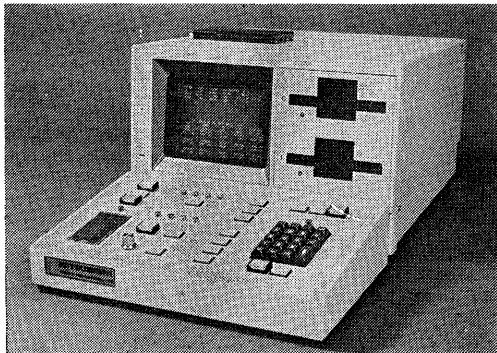


図1 システム外観

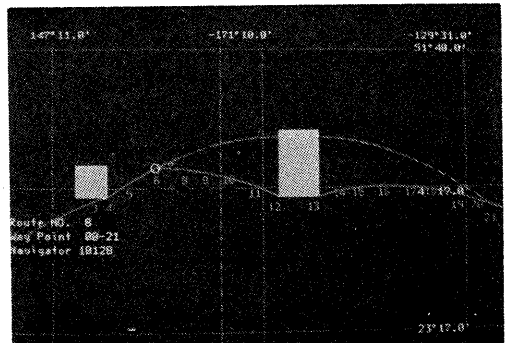


図2 最短迂回航路

1 本の航路を設定する航法で、航路の変更、修正などフレキシブルな航路計画を迅速に行うことができる。

## 2.2 気象海象データの内蔵

航路計画時、しばしばパイロットチャートと呼ばれる気象海象統計海図が利用されるが、このシステムでは全海域のパイロットチャートから、1ヶ月毎の平均潮流と風のデータ（方向と速度）を抽出し、コンピュータメモリとして内蔵している。また時々刻々の気象海象の予報データにより内蔵データを変更すれば、より精度の高い航路分析ができ最適航路設定が可能となる。

## 2.3 航路分析による最適航路

計画航路をエネルギー効率の観点から比較分析する機能を持ち、システム内蔵の気象海象データにより、波浪による推進抵抗増加や潮流によるドリフトを考慮した「航海時間分析」および「航海スケジュール計画」を行う。

### (1) 航海時間分析

主機関の出力を指定し、各変針点および目的地までの推定到着時刻（ETA）と各変針点間の予想スリップ比、運航エネルギー指標を算出する機能である。

### (3) 航海スケジュール

出発予定時刻と到着希望時刻を指定し、各変針点間の最適主機出力または船速を計算する機能である。また結果は航路分析され、各変針点のETAおよび各変針点間のスリップ比、運航エネルギー指標も出力する。

## 2.4 航路保持と自動操船

### (1) 船位監視

自船位と航路は図3のように同時に表示され、自船位と航路の相対位置により船位監視を行う。船位情報は衛星航法装置（NNSS）およびジャイロコンパスとスピードログによるデドレコにより得られる。

### (2) 航路保持

航路には自由に設定することのできる航路幅を設け、船位のずれを監視する。航路離脱時には警報を発すると共に、航路に復帰するための新針路を表示する。また自船が変針点に接近すると変針要求の警報を発し、航海士に知らせるようになっている。新針路の算出には潮流によるドリフトを考慮し、また変針に伴う航程増加を最少

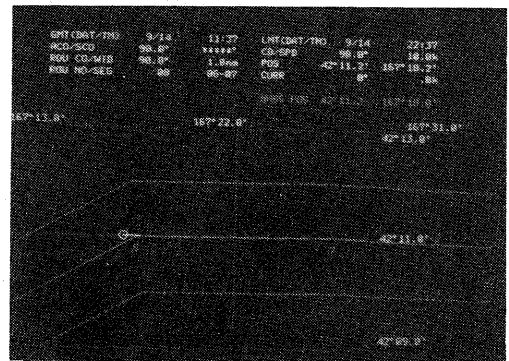


図3 船位監視画面

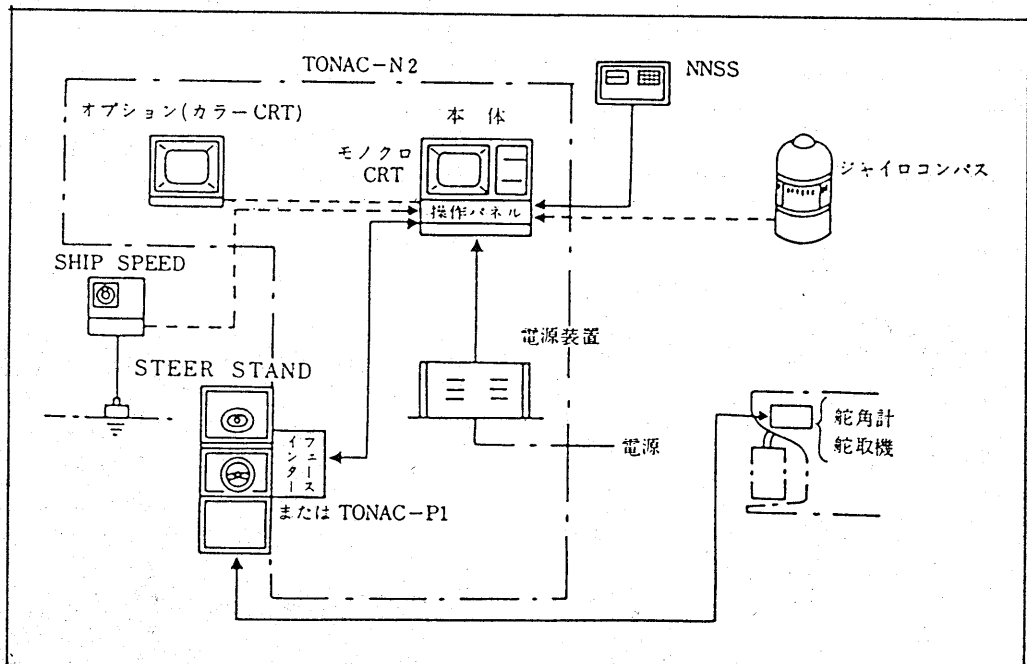


図4 システム構成例

に抑えるようにして、省燃費航行を図っている。

### (3) 自動操船

オートパイロットと結合し、航路に従って設定針路を順次変えて行くことにより自動操船を行う。ただし、新針路に移行するときは、周囲状況を確認する必要があるため、操船者が確認鈕を押した後、針路変更が実行されるようプログラムされている。

## 3. システム構成

図4にシステムの構成例を示す。構成部品は次のとおりである。

### (1) 中央処理装置

- ・16ビットマイクロコンピュータ…………… 1
- ・9.6インチCRT(モノクロ)…………… 1
- ・フロッピーディスク…………… 2

- ・プリンタ(35文字)…………… 1
- (2) 航海計画コンソール…………… 1
- (3) 信号変換器…………… 1
- (4) オートパイロットI/F…………… 1
- (5) 電源装置…………… 1
- (6) カラーCRT(オプション)

## 4. おわりに

最適航海計画システム(TONAC-N2)は省燃費をめざした総合航海システムの1つのサブシステムとして開発したもので、既に「省燃費型自動操舵装置」(TONAC-P1)や「省燃費型舵取機(シングルループ制御方式)」と組合せて実船搭載され、現在良好に稼働している。

なお、このシステムは(財)日本船用機器開発協会の助成金を受けて開発したものである。

## GPS 航法装置とその評価試験

日本無線株式会社  
技術第二部 専門部長 富岡 源一郎  
航海計器課 主任 奥山 昭  
" 中村 幹男

### GPS Navigator and Its Evaluation Test

Japan Radio Co., Ltd.  
Genichiro TOMIOKA  
Akira OKUYAMA  
Mikio NAKAMURA

#### 1. まえがき

現在米国で開発中である GPS (Global Positioning System) の航法装置を開発し、評価試験を行なったので、ここにその結果を報告する。

現在 (1984 年 11 月) 使用できる衛星は 6 個で、日本においては、約 3 時間測位可能である。

衛星は、1575.42 MHz, 1227.6 MHz の 2 周波を送信しており、おのおの L1, L2 と呼ばれている。L1 は、P コード、C/A コードと呼ばれる 2 種類の擬似雑音符号によりスペクトラム拡散されている。P コードは、クロック周波数 10.23 MHz で、精密な位置測定に用いられる。また C/A コードは、クロック周波数 1.023 MHz で、P コード受信のための橋わたしのためと、あまり精度を必要としない用途に用いられる。民間に開放されるのは、C/A コードのみと言われている。L2 は、P コードのみによりスペクトラム拡散されており、電離層遅延を決定するのに用いられる。

本航法装置は、受信周波数 1575.42 MHz C/A コードの航法信号を、4 個の衛星を切り換えながら受信するシーケンシャル受信機である。4 個以上の衛星が観測できるときは 3 次元測位を、3 個の場合は 2 次元測位を行ない、自動的に切り換える。また、航法で有用な各種航海計算、衛星の受信状態のモニター、測位可能時刻表示、セルフテストなどの機能も備えている。

本航法装置の評価試験は、国内および米国において、固定点での位置測定および自動車に搭載し高速道路を走行して行ない、また GPS シミュレータを用いても行なった。

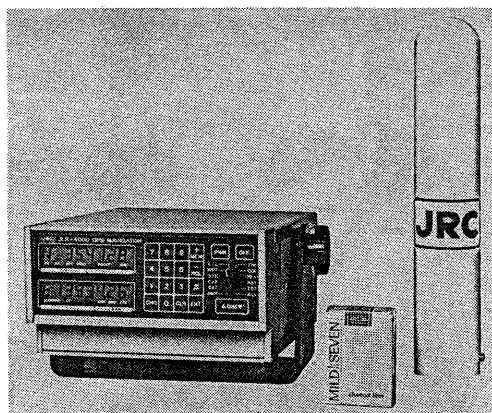


図 1 本装置の外観

#### 2. 本装置の構成

本装置の外観を図 1 に示す。

##### a) アンテナ部

アンテナ部は、外形寸法が、高さ 325 mm, 直径 60 mm, 重量 0.7 kg で、アンテナとプリアンプから構成されている。

アンテナは、半球状の指向性パターンを持つヘリカルアンテナで、利得は天頂方向で約 2 dBic, 軸比 1 dB, 3 dB ビーム幅約 170° を実現している。図 2 に指向性パターンを示す。

アンテナで捕捉された衛星信号は、プリアンプにより約 30 dB 増幅され、同軸ケーブルで受信処理器へ伝送される。

プリアンプの電源は、同軸ケーブルを通して受信処理器より供給される。

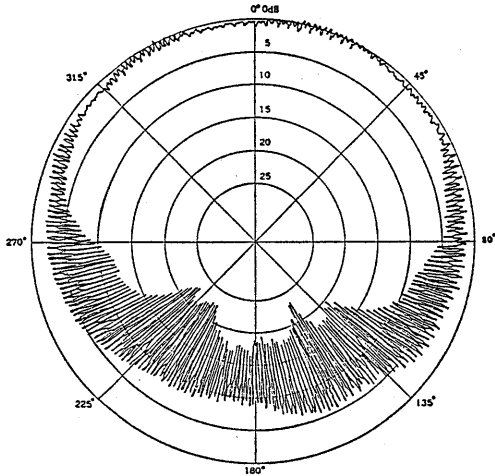


図 2 アンテナ指向性パターン

b) 受信処理器

受信処理器のブロック図を図3に示す。

受信処理器は外形寸法が、高さ 115 mm, 幅 210 mm, 奥行 300 mm で、重量が約 5 kg であり、RF アンプ, 周波数変換回路, キャリア NCO (Numerical Contralled Oscillator) コード, NCO, A/D変換器, CPU 部, 周波数シンセサイザ部, 10 MHz TCXO, 制御表示部, 電源部等より構成されている。

アンテナ部等からの受信信号は、RF アンプで増幅された後、TCXO からの 10 MHz 基準信号をて

い倍して作られたローカル信号により周波数変換され、IF アンプに入る。

次に、IF アンプで増幅された後、PN 復調回路に入り、PN 発生器で作られた PN コードと相関がとられ、スペクトラム逆拡散が行なわれる。

PN 復調された信号は、CPU で制御されるキャリア NCO により同期検波され、50 bps のデータとして復調され、A/D 変換器に入り CPU に伝送される。

このように、コードロックループ、キャリアロックループの構成の一部に CPU が用いられている。

c) 信号処理部とソフトウェア

信号処理部は、8086, 8087, ROM, RAM, 割り込みコントローラ, リアルタイムクロックなどから構成されている。RAM とリアルタイムクロックは内蔵電池によりバックアップされており、電源が断の時には、初期位置や衛星の軌道データを保存しており、日時も更新され、電源投入時にすばやく測位が行なえるようになっている。

ソフトウェアは、モニタのもとで 14 のタスクが管理されており、CPU を有効に使用している。このタスクは、受信制御、測位演算、航海計算、制御表示/データ出力の 4 つに分類できる。

① 受信制御

電源投入時、アルマナックデータを用いて最適な GDOP をもつ 4 個の衛星を選択し、その衛星

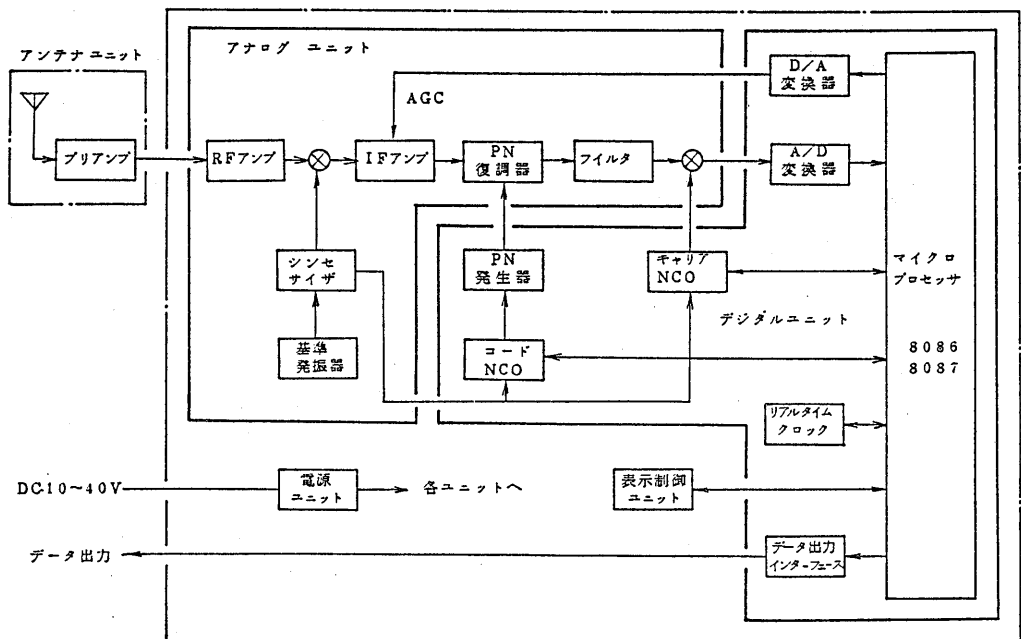


図 3 受信処理器ブロック図

のドップラー周波数を計算する。それをキャリア NCO に設定し、PN 発生器の位相をずらして相関出力が最大になる位相をさがす。信号が検出できると、キャリアロックループとコードロックループを閉じて衛星の信号を追尾する。これは A/D 変換器の出力データよりキャリアとコードの位相誤差を求め、それぞれの NCO を制御することにより行なう。

これと同時に衛星のエフェメリスデータの収集を行なう。以上を4つの衛星に対してくりかえし、以後トラッキング動作をくりかえし継続する。

PN 発生器の位相設定値とキャリア NCO の周波数設定値を測位演算へ渡す。

## ② 測位演算

エフェメリスデータより地球固定座標系での衛星の位置・速度を計算する。他方、PN 発生器の位相、キャリア NCO の周波数をそれぞれ擬似距離とその変化率に変換する。

以上のデータを用いて、使用者の等速運動の仮定のもとに航法方程式をたて、これをくりかえし計算により解いて、使用者の位置、速度と TCXO 発振器の位相誤差、周波数誤差を求める。

## ③ 航海計算

以下のような計算機能をもつ。

- 目的地を 30 点まで入力することができ、現在地からの方位、距離、および所要時間を計算する。
- 出発地と目的地を結んだ航路から現在地がどれだけ離れているかを計算する。この値が、設定値以上（または以下）になるとアラームを出す。
- 目的地までの距離が、設定値以下（または以

上）になるとアラームを出す。

- 出発地と目的地とを等間隔に分割して、それをメモリに記憶する。
- 磁気方位、測地系の補正を行なう。

## ④ 制御表示/データ出力

制御表示部の外観を図4に示す。

使用者の位置・速度、現在時刻の表示、航海計算データの入力、結果の表示の他に、以下の機能をもつ。

- 使用可能な衛星数、可視衛星数、選択した衛星の番号、受信状況、仰角・方位角、測位可能な時刻の表示
- 固定点測位モードの指令
- 衛星の選択変更の禁止
- アルマナックデータの収集指令
- 表示テスト
- 受信テスト
- 外部への出力データにより、リモートディスプレイ、カラープロッタ、プリンタなどの接続が可能

## 3. GPS シミュレータ

衛星では測位可能な時間が限られており、電離層や周囲の状況の影響をうけるなどの問題点がある。受信機の開発・評価のために、シミュレータを製作した。

シミュレータでは、上記の問題を解決した上に、信号レベル、ノイズレベルが任意に設定可能なこと、ユーザの位置・時刻を設定できること、ユーザのダイナミクスを理想的に与えられること、将来のシステム完成時点のシミュレーションが可能など長所がある。

シミュレータは、本体部とパーソナルコンピュータより構成されている。

パーソナルコンピュータは、本体部の制御の他に、制

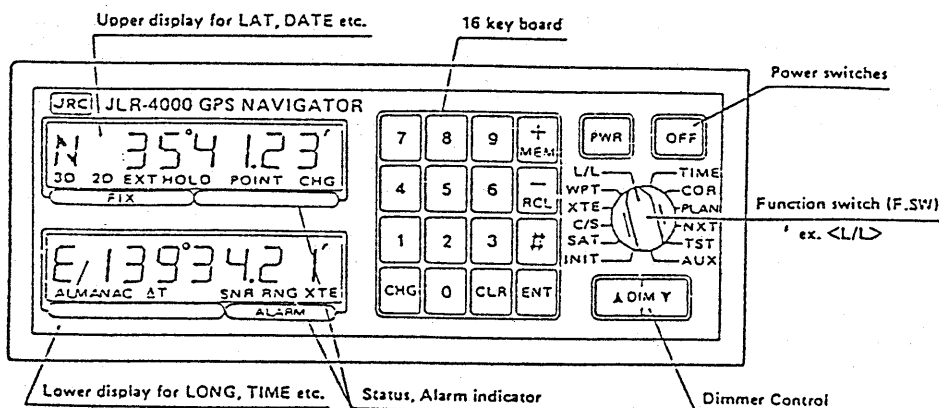


図4 制御表示部

御ソフトの開発も行なっており、ソフトの変更により、あらゆるシミュレーションが可能である。

本体部は、10チャンネルあり、PNコード発生部はRAMであるので、衛星の割り当てが変更できるため、18衛星のシミュレーションも行なえる。

#### 4. 受信実験

本装置を使用して米国シアトルにおいて測位実験を行った。

##### ① 固定点受信

図5は受信点付近の24,000分の1の地図で+印

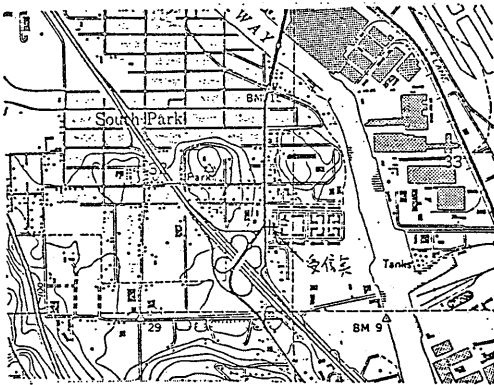


図5 固定点地図

がアンテナの位置である。

アンテナの位置は、北緯 47°31.295′ 西経 122°18.780′ である。これは、北米における測地系、North American Datum であり、GPS の用いている測地系 WGS-72 に変換すると、北緯 47°31.279′,

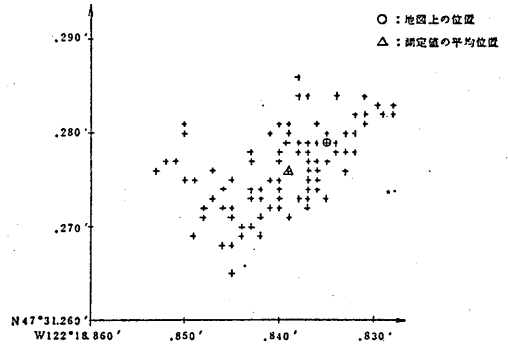


図6 固定点プロットデータ

表1 固定点受信データ

	地図上の位置	実 測 値		
		平均位置	誤差	標準偏差
緯度	N47°31'27.9"	N47°31.276'	-6.1m	7.6m
経度	W122°18.835'	W122°18.839'	-4.8m	6.6m

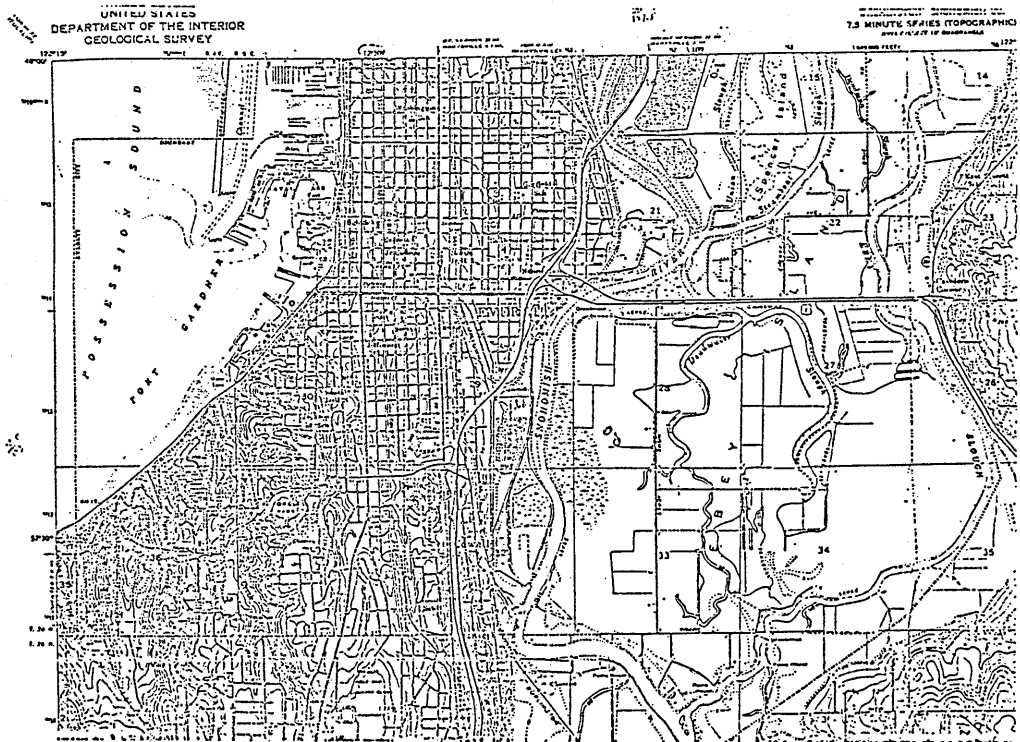


図5 高速道路 1-5 の地図

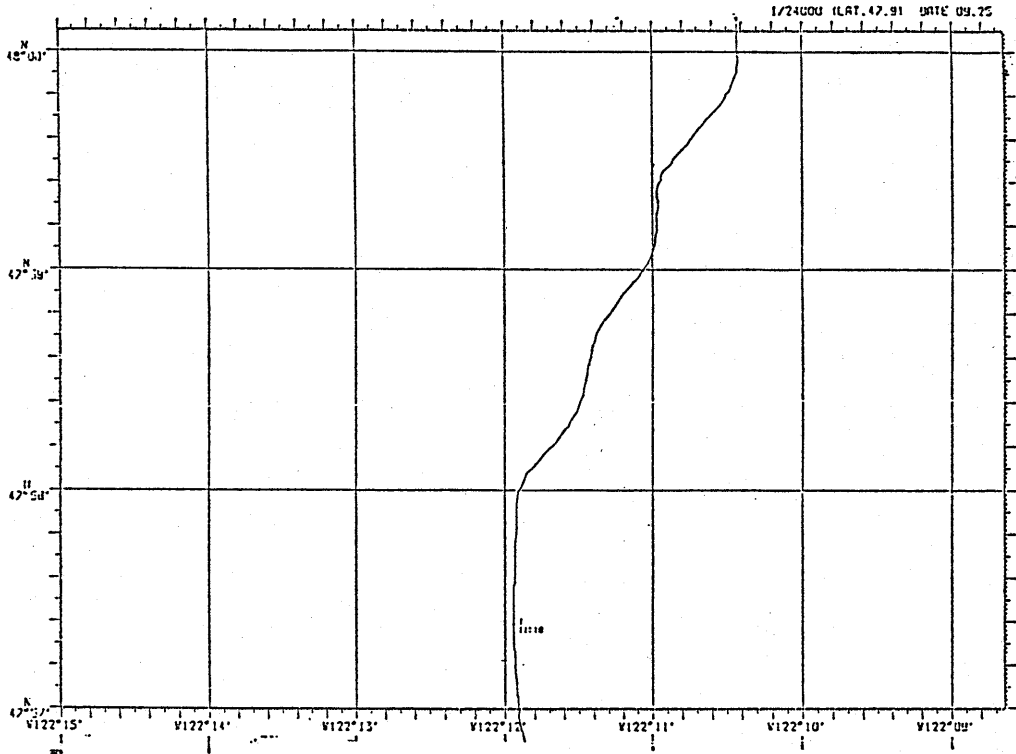


図 8 プロットデータ

西経 122°18.835' となる。

受信した時は、1984年9月21日18:00より19:00 (GMT) で、GDOP は2から3であった。

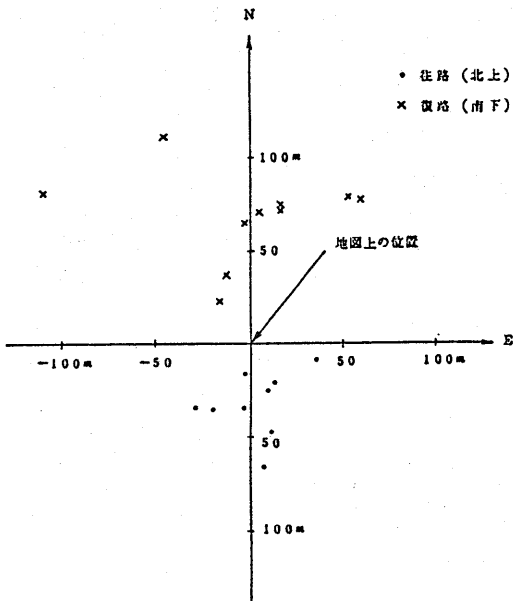


図 9 走行中の測位点

得られたデータをランダムに抽出しプロットしたものが図6である。

その結果の平均位置、地図上の位置との誤差データの標準偏差は、表1の通りである。

## ② 走行受信

本装置を自動車に搭載し、高速道路1-5をシアトルからペリングハムまで時速55マイル(約90kg/h)で走行し受信実験を行なった。

日時は、1984年9月25日18:00から22:30 (GMT) で、GDOP は5以下であった。

走行した1-5の24,000分の1の地図を図7に、プロットデータを図8に示す。軌跡は地図と非常に良く一致している。ま

た、道路の交差している所を通過した時点の測位出力を、地図上の位置を原点にして図示したものが図9である。

出力の遅れ分をのぞくと20m程度のバラツキである。

## 5. むすび

以上の通り、GPS航法装置の評価試験を行ない、船舶用としては、ほぼ満足のできる結果が得られたと思われる。今後は、その他の用途への応用を考えて行きたい。



研究会記事

Record

電波航法研究会 昭和58年度事業報告

電波航法研究会事務局

総 会

昭和58年度総会は昭和58年5月17日14時から、海上保安庁第一会議室で開催された。出席者26名、委任状提出者44名で、当会規約第10条第4項により本総会は成立した。

各議題の審議結果は次のとおりであった。

1. 昭和57年度事業報告が事務局により行われ、承認された。
2. 昭和57年度会計報告が会計幹事より行われ、会計監査 森川 卓氏、倉繁貴志子氏の監査報告(書面)があつて承認された。
3. 昭和58年度会長、副会長の選出は満場一致で会長に庄司和氏(再)が、副会長には木村小一氏(再)、鈴木 裕氏(再)が選出された。また、各幹事の委嘱については原案どおり了承された。
4. 昭和58年度予算案及び事業計画案について、会計幹事より説明が行われ、原案どおり承認された。

研 究 会

1. 昭和58年度第1回研究会は、昭和58年5月17日、海上保安庁第一会議室で総会に引続いて開催され、海上保安庁警備救難部 豊福滋善氏の「海洋情報システムについて」と題する講演が行われた。また、映画「新海洋時代をひらく」が上映された。  
出席者は45名であった。
2. 第2回研究会は、昭和58年9月17日、海上保安庁第一会議室において開催され東京大学海洋研究所瀬川爾郎氏の「ARGOS データ収集システムについて」、東洋通信機株式会社 堤 正之氏の「ARGOS データ収集システム装置について」、電気通信大学 鈴木 務氏の「DCS(データ収集システム)の応用—FVTT(漁船情報送信端局)など」と題する講演が行われた。  
出席者は45名であった。
3. 第3回研究会は、昭和58年9月5日、海上保安庁第一会議室において開催され、株式会社東京計器 田

上 暉氏の「改ヘリ3800トン型巡視船用自動操船装置について」、石川島播磨重工業株式会社 剣持庸一氏の「IHIの総合航法システムについて」、日本無線株式会社 大脇利清氏の「FDMS(運航データ管理システム)について」と題する講演がそれぞれ行われた。

出席者は55名であった。

4. 第4回研究会は、昭和58年11月16日、運輸省会議室において開催され、商船大学 萩原秀樹氏の「ウェザルーチングにおける諸問題について」、財団法人日本気象協会 鈴木盛男氏の「ウェザルーチングにおける実務について」、三菱重工業株式会社 原 泰徳氏の「三菱重工の最適航法システムについて」と題する講演がそれぞれ行われた。  
出席者は47名であった。
5. 第5回研究会は、昭和59年1月23日、海上保安庁第一会議室において開催され、東京大学 東口 實氏の「INS(慣性航法システム)の概要について」、日本航空電子工業株式会社 高橋 健氏の「INSの最近の動向について」、三菱プレジジョン株式会社 早川義彰氏の「慣性航法装置の慣性素子について」、日本航空株式会社 巖 祥夫氏の「北太平洋航路の航法について」と題する講演がそれぞれ行われた。  
出席者は48名であった。
6. 第6回研究会は、昭和59年3月16日、海上保安庁第一会議室において開催され、電気通信大学 鈴木 務氏の「レーダの信号処理について」、東京工業大学 関根松夫氏の「レーダクラッタの除去について」、日本無線株式会社 萩野芳造氏の「レーダによる波浪観測について」と題する講演が行われた。  
出席者は53名であった。

見学会、特別研究会

昭和58年度見学会、特別研究会は、昭和58年12月日、茨城県筑波郡谷田部町筑波研究学園都市「国立公害研究所」および「気象研究所」において開催され各施設

についての説明を受け、引き続き同所の見学を実施した。

参加者は 21 名であった。

### 専門部会

1. 船舶用衝突防止装置の技術基準に関する専門部会  
IMO で決議された衝突予防援助装置性能基準に対応する研究を行うことを目的とし、昭和 56 年度、運営委員会（委員長 鈴木 裕氏以下 10 名）を設置し、検討を進めており、昭和 58 年度は、4 月 13 日および 6 月 1 日検討会を開催して利用者のための「マニュアル」を作成することとなった。現在各社の製品の取扱説明書を取り寄せ運営委員会において原案を作成中である。
2. 固定周波数レーダビーコン受信装置に関する専門部会  
昭和 57 年度、専門部会（部会長 飯島幸人氏以下 10 名）を設置し、検討を進めている。

### 幹事会

企画及び編集幹事会は、合同で昭和 58 年 5 月 17 日、7 月 19 日、9 月 5 日、11 月 16 日及び昭和 59 年 1 月 23 日、3 月 16 日に開催され、予算案、事業計画、研究テーマ、専門部会の運営、行事計画及び会誌「電波航法」の編集刊行等について審議が行われた。

### 会誌発行

会誌「電波航法」第 30 号を印刷中である。

### 会員数

昭和 59 年 3 月 31 日現在

正会員	40 社	93 口
個人会員	21 人	
推薦会員	11 人	
特別会員	37 人	

東京工業大学 関根松夫氏が特別会員に推薦された。

---

## 電波航法 ————— ELECTRONIC NAVIGATION REVIEW —————

昭和 60 年 9 月 10 日 印 刷 1 9 8 5  
昭和 60 年 9 月 15 日 発 行 No. 3 1

編 集 東京都千代田区霞ヶ関 2-1-3 運輸省 9 階  
発 行 海上保安庁灯台部電波標識課気付  
電波航法研究会  
Japanese Committee for Radio  
Aids to Navigation  
c/o Radio Navigation Aids Division  
of Maritime Safety Agency  
2-1-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo, Japan

印 刷 東京都新宿区早稲田鶴巻町 565-12 啓文ビル  
(有) 啓文堂 松本印刷

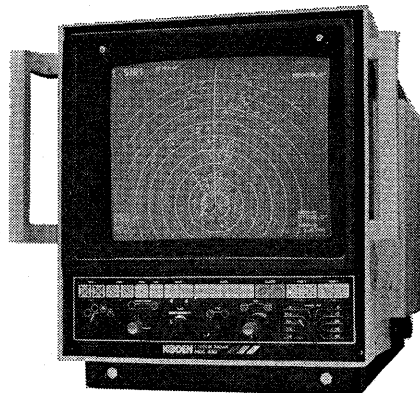
豊かな情報を、見やすく  
正確に伝える

## コデンのカラーレーダ

- フードなしで  
どこでも見られます
- 他船や港に近づくと警報ので  
る自動監視
- 他船や港の距離と方向を正確  
に測定する電子マーカ
- 他船の進路と相対スピードを  
自動的にプロット
- 電子ジャイロ内蔵
- 郵政省型式認定・米国FCC  
検定に合格

産業・海用エレクトロニクス  
各種コンピュータシステム・周辺機器

# KODEN



MDC-430/431

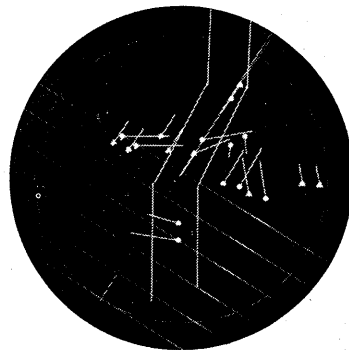
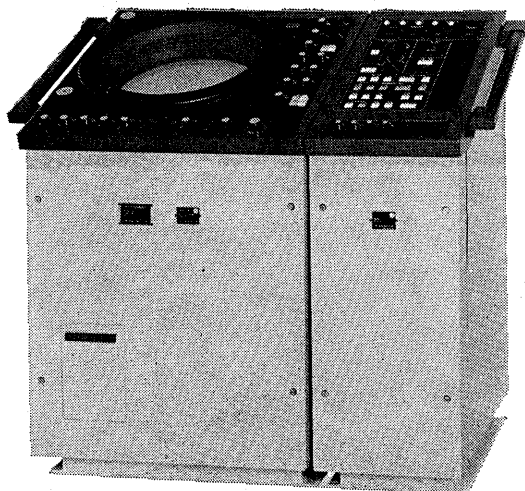
株式会社 **光電製作所**

本社 〒141 東京都品川区上大崎 2-10-45 TEL 03-441-1131(代)

コスト・パフォーマンスを追求した

## JRC 衝突予防装置 JAS-800

IMO と USCG の性能基準に合致



映像表示例

**JRC 日本無線**

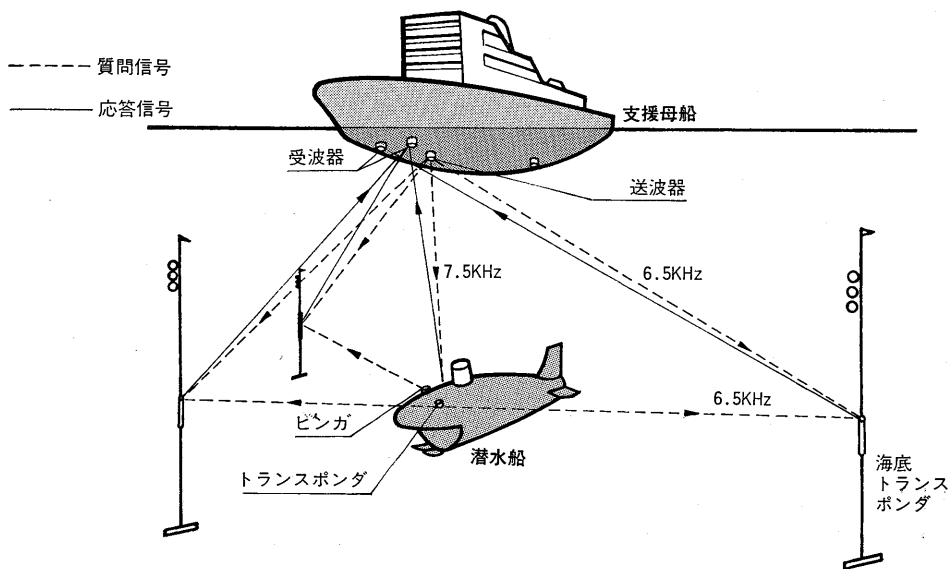
東京都港区虎ノ門1丁目17番1号 第5森ビル  
〒105・電話 (03) 591-3451(大代表)  
大阪・札幌・仙台・清水・名古屋・神戸・広島・福岡・長崎

# 深海のベールを剥ぐ。

## 海は豊富な資源を含む第二の宝庫

これまで謎とされていた深海の実態を  
解き明し、今後の本格的調査が待たれる  
専用支援船「なつしま」と潜水調査船  
「しんかい2000」による深海潜水調査船  
システム。このシステムには潜水船  
と母船の位置情報を音響的に求め、

処理する沖電気の音響航法装置が採用  
されました。海底地形調査、海洋鉱物  
資源の分布調査、深海域での海洋調査  
など多方面にわたる研究開発の成果が  
期待されています。



### 深海潜水調査船システム

## 音響航法装置

科学技術庁  
川崎重工業株式会社

海洋科学技術センター  
沖電気工業株式会社

お問合せは—沖電気工業株式会社 官公庁営業本部☎(03)454-2111(代)まで

エレクトロニクスの  
**沖電気**

思わず言葉でカメラしました。



自分の目が一番のファインダーだと気づいた日、ワープロは、ついに言葉のカメラになった。まるでシャッターを押すようにキーボードをたたく。富士通独自の親指シフトキーボードをはじめ、多彩な機能をLPジャケットなみのボディに凝縮。しかも電源は乾電池、重さも3.5kgとワクワクさせるフットワークで登場です。今までのワープロからは考えられなかった全く新しい興奮が、ライトに触れた瞬間から始まります。

- 対話式かな漢字自動変換、親指シフトキーボード
- 単語辞書：約40,000語(有意単語のみ)
- 使用文字種：3,918(JIS第1水準漢字・非漢字・特殊記号)
- 主な機能：訂正、挿入、削除、一字削除、センタリング、アンダーライン、右寄せ、タブ、デシマルタブ、上下左右スクロール、自動罫線(3種)、ブロック編集、棒グラフ(グラフ文字)、単語登録、文字パターン作成/更新、拡大文字(縦、横、4倍角)、縮小文字、漢字検索、単語探索、レイアウト表示、一括印字/逐次印字、均等割付、禁則処理、英文ワードプロセッサ機能(英、独、仏、スペイン語対応)、メモリバックアップ
- 内部記憶：2ページ/A4(外部記憶オプション：カセットテープ、バブルメモリ)
- プリンタ：24×24ドット、熱転写方式
- 寸法/重量：W340×D325×H80mm/3.5kg(乾電池含む)



# ワープロ第2世代 OASYS Lite

〈オアシス・ライト〉

¥220,000