

ELECTRONIC NAVIGATION REVIEW

電波航法

JACRAN.6

1964

電波航法研究会 発行

Published by the Japanese Committee
for Radio Aids to Navigation

— 目 次 —

CONTENTS

巻 頭 言 Foreword	副会長 岡 田 実……………(1) Vice-chairman Minoru OKADA
研 究 調 査 Research and Investigation	
「レーダなどに関するアンケート」の結果…………… The Result of Inquiries about Radars and Radio Equipments for Navigation	茂 在 寅 男……………(2) 木 村 小 一 庄 司 和 民 裕 鈴 木 裕 Torao MOZAI Koichi KIMURA Kazutami SHOJI Hiroshi SUZUKI
釧路港、大阪港レーダ局について…………… Kushiro and Osaka Harbour Radar Station	山 越 芳 郎……………(10) Yoshio YAMAKOSHI
講 座 Lecture	
レーザの航海への応用…………… Laser and Its Application for Navigation	飯 島 幸 人……………(21) Yukito IJIMA
「レーダ航法」について…………… About the Training for "Radar Navigation"	茂 在 寅 男……………(28) Torao MOZAI
展 望 Observation	
漁業における電波計器の利用…………… The Use of Radio Navigational Instruments for Fisheries	色 川 元……………(36) Hajime IROKAWA
海上における電波航法の実状について…………… An Actual Practice of the Electronic Navigation at Sea	名 越 肇……………(43) Tutomu NAGOSHI
海外資料紹介 Introduction of Foreign Papers	
通信衛星の航行…………… The Navigation of A Communication Satellite	庄 司 和 民……………(46) Kazutami SHOJI
ある航海衛星方式の提案とその可能性…………… Navigation Satellites—Some Possibilities	木 村 小 一……………(55) Koichi KIMURA
新製品紹介 Introduction of New Products	
AR 401 船舶用レーダ…………… High Sensitivity Compact Marine Radar	安立電波工業株式会社……………(58) ANRITSU Electronic Works, Ltd.
NWA 型超広帯域増幅器…………… NWA Wide-band Amplifier Unite Type	日新電子工業株式会社……………(60) NISSIN Electronics Co., Ltd.
最新式ファックス受信機…………… Transistorized Faximille Receiver	株式会社 光電製作所……………(62) KODEN Electronics Co., Ltd.
研究会記事 Record	
電波航法研究会昭和38年度事業報告…………… The Record of the Japanese Committee for Radio Aids to Navigation in Fiscal Year of 1963.	電波航法研究会事務局……………(64)
会 員 名 簿 List of Member	………………(66)
電波航法総目次 (No. 1~No. 5) Contents of Back Numbers (No. 1~No. 5)	………………(78)

卷 頭 言

*電波航法研究会副会長 岡 田 実

Foreword

by

* Vice-chairman of Japanese Committee

for Radio Aids to Navigation

Minoru OKADA

昭和6年学窓を巣立つと同時に逓信省電気試験所に奉職し、爾来終戦まで電波航法の研究を専心行い、その後電気試験所の分裂、電気通信研究所の誕生等所属研究機関の性格の変化に準じ十余年間電波航法の研究から離れたが、昭和33年東京大学に転勤して再び電波航法の研究に戻ることが出来た私にとって、熱心な同好の志の集りである電波航法研究会に加えて頂いたことは何にもまして嬉しいことであつて、少しでも皆様のお役に立つことが出来ればと念願している。

顧みると、戦前には燈台局の方々と共に色々のことをしたが、その最初が中波の回転式ビーコンであつた。これは昭和8年に回転式無線標識方式の改良と云う名称で特許をとつたものであるが、電気試験所平磯出張所で実験した結果自信をもつて当時の燈台局工務課長森田富士助氏を説きその理解ある援助の下に剣崎燈台の傍に実験局を作り、昭和11年10月から翌年2月にかけて実地試験を行つた。その間燈台局所属の羅州丸に便乗して遠距離試験をも行い、夜間誤差等についても測定を行つた。その結果実用価値が明らかとなつたので、興亜院からの要望によつて膠州湾口青島燈台傍に最初の実用局が作られることになり、その建設には私も燈台局の囑託となつて加わつた。その時の燈台局側の直接の責任者は当時の燈台局技師であり現在本協会の会長をされている松行利忠氏であつたと記憶している。しかし内地ではその後大分たつて戦争中に北海道の釧路につくられたのが最初だと聞いている。

これはもう昔々の夢物語りであつて、回転式ビーコン等はもう使つておられないものとはばかり思つていた所、数年前元燈台関係者の会に出席し、その後30余局もつくられ現在日本沿岸を殆んどカバーして使われていることを知つて驚くと同時に、これまでに育て上げられるにはどんなに多くの方が努力されたことであらうと深い感謝の念にうたれた。

研究者が発見なり発明なりをしたことが、実際に広く信頼して使われるものになるまでには、どれだけ多くの人々の努力が必要であり、又どれだけそれを取りまく周囲の人々の暖い理解と思いやりが必要であるかと云うことは、戦争を通して骨身に徹して教えられたことである。

今日における電波航法に対する関係者の理解と期待とは戦前の比ではない。研究すれば育つ地は既に整えられていると云うべきであつて、研究者の一人としてその責任の益々大きいことを痛切に感ずる次第である。(昭和39.8月末脱稿)

* 住所 東京都目黒区駒場町856 東京大学宇宙航空研究所
Address: The Institute of Space and Aeronautical Science, University of Tokyo,
865, Komaba-Cho, Meguro-Ku, Tokyo, Japan.

研究調査

Research and Investigation

「レーダなどに関するアンケート」の結果

- * 1 東京商船大学 茂 在 寅 男
- * 2 運輸省船舶技術研究所 木 村 小 一
- * 1 東京商船大学 庄 司 和 民
- * 3 東京水産大学 鈴 木 裕

The Result of Inquiries about Radars and Radio Equipments for Navigation.

by

- * 1 Tokyo University of Mercantile Marine, Torao MOZAI
- * 2 Ship Research Institute, Ministry of Transportation, Koichi KIMURA
- * 1 Tokyo University of Mercantile Marine, Kazutami SHOJI
- * 3 Tokyo University of Fisheries, Hiroshi SUZUKI

(1) Introduction

The Japanese Committee for Radio Aids to Navigation has been making "Inquiries about Radars and Radio Equipments for Navigation" into ship's captains and officers on the sea, from 1957 to 1964.

1,500 of printed matters were used for this aim, but the work was accompanied with great difficulties because most of the objects were sailing on the sea.

147 reports were collected, so the authors tried the first step of analyses and want to inform them here; but there remained more precise analyses in future.

(2) The percentage by the answered ships to the radar equipped ships in Japan. (Existing 1962)

	Merchant ships	Government ships	Total of large ships	Fishing boats
Equipped ships	1472	205	1677	2399
Answered ships	70	76	146	1
%	4.8%	37%	8.7%	0%

By this number, it can be seen the opinions of the government ships are reflected rather strongly. As for the merchant ships, the percentage to the all radar equipped merchant ships is truly small, but the number of seventy answers must be appreciated highly. As for the fishing boats, even, though there are a lot of problems in there, unfortunately, only one answer could get. The authors are attempting to make another kind inquiries for them in near future.

The percentages by kinds of ships to all answers are—

Merchant ships	Government ships	Fishing boats
48%	51%	1%

ABOUT GENERAL PROBLEMS—

(3) "Are your opinion positive or negative about the adoption of the new electronic navigation, such

- * 1 住 所 東京都江東区深川越中島2丁目2番地
Address : Fukagawa, Tokyo, Japan.
- * 2 住 所 東京都三鷹市新川700番地
Address : No. 700, Shinkawa, Mitaka-shi, Tokyo, Japan.
- * 3 住 所 東京都港区芝海岸通6丁目
Address : 6-chome, Shiba-Kaigandori, Minato-ku, Tokyo, Japan.

as RADAR, LORAN etc., considering with technical and economical problems?"

The answers for this question showed 100% positive.

(4) **Opinions about the training of electronic navigations for officers.**

(a) **"Are you anxious about the shortage of training of electronic navigations are causing sea casualties now in Japan?"**

Anxious	Not	No answer
15%	65%	20%

It seems the meaning is "somewhat anxious".

(b) **"Is it necessary to open training courses for officers and operators about new electronic navigation, under the semi-official organization?"**

Necessary	Not	No answer
83%	11%	6%

The authorities concerned must promote the actualization of the training course immediately, because most of seamen are thinking it necessary.

(5) **"Do you support the present system of two kinds of licences, which are being wanted for officers, separately one about deck officer's and another about radar operator's?"**

Support	Not	No answer
22%	59%	19%

Over half of repliers are not supporting the present system. It seems some new method must be considered for this problem.

(6) **"Do you support such kind of new idea about licences, for instance, to include the radar operator's test in the examinations for 1st grade captain and officers, and entitle them as radar operators as well as captain and officers; and as for the low grade officer's licences, they must have proper radar operator test, too?"**

Support	Not	No answer
76%	10%	14%

The answers showed the great tendency of wanting the simple licence system for the first grade licences of captain and officers.

There were found 25 explained opinions about this problem, but, most of them were enforcing that the present examinations for radar operators, regulated by the law of electric waves, do not hitting the aim of the technics necessary for navigating officers.

(7) **"Do you think the LORAN must be used more and more in Japanese ships?"**

About 100% answers said "yes", but, the authors felt some shock about the 84 answers (57%) said that they have no LORAN receiver in their ships.

It must be analyzed more for this problem, for instance, the relations between the kind of answers and the kind of ships.

(8) **"Do you support the opinion to settle the DECCA stations in Japan as well as LORAN stations :**

Support	Not	No answer
76%	10%	23%

(9) **"Have you an experience of operating LORAN already?"**

Experienced	Not	No answer
77%	18%	5%

(10) **"Have you an experience of operating DECCA navigation system already?"**

Experienced	Not	No answer
12%	72%	16%

As for this answer, one must notice that there were only 4 ships of Europe bound and round the world bound in the answered ships. It must be remarkable, that 16 in 17 experienced persons are recommending the establishment of DECCA stations in Japan strongly.

(11) **"How much price is desirable for you, the cost of LORAN receiver?"**

The answers were found only 31%, and most of them were saying that the desirable cost is under 2,500

dollars. It seems that most navigators have no interest about this problem.

(12) "Do you think it is necessary to equip with a LORAN receiver and a DECCA receiver, dually in your ship?"

Necessary	Not	No answer
29%	51%	20%

It remains more analyses, about the kind of ships and kind of bounds of ships etc.

ABOUT THE PROBLEMS OF OPERATION—

(13) "Have you any experiences of puzzled by the interpretation of the radar images?"

Yes	No	No answer
58%	29%	13%

There found 70 reports of special experiences. These are to be analysed in future.

(14) "Have you any experiences of faults of manoeuvring, depending upon the error of radar image?"

Yes	No	No answer
8%	83%	9%

13 reports are to be analysed in future samely.

(15) "Have you any experiences of surprising or making mistakes by false echo or unwanted echo?"

Yes	No	No answer
19%	73%	8%

There were 30 reports for this problem, and to be analysed also.

(16) "Have you any experiences of unusual phenomena about radar images, in any districts of sea?,"

Yes	No	No answer
19%	69%	12%

23 reports were found, and 18 of them were in Persian gulf. The inquiries are continued as described in Japanese next, but the authors want to stop the English translation here this time, by the reason of the volume.

(1) ま え が き

日本電波航法研究会においては、レーダなどに関し、その改善と発達と能率とに直結する問題であるとの見地から、それが職場において如何に使用され、いかなる故障、困難、利便、不平、希望などがあるかなどについて調査する作業を1959年から開始した。これは海上の航海中の船舶を対象としての作業であつたため、アンケートの形式を取り、約1,000部を印刷し、更に各区分において増刷りされたものを合わせれば1,500部の印刷物となつて配布された。何しろ海上の船舶を相手の作業であるため、その返答の回収は非常に困難であつたが、現在までに147隻の船舶から回答を得たので、取りあえず次の様に第1段階の整理をして見たので報告したい。

(2) レーダ装備船とアンケート回答船との割合。

(レーダ装備船の数は、昭和37年3月末現在の水洋会調査による。)

	商 船	官庁船 その他	小 計	漁 船
装 備 船	1,472	205	1,677	2,399
アンケート船	70	76	146	1
%	4.8%	37%	8.7%	0%

この数字から、官庁船の意見が多く反映したこと、商船の意見はこれに対し、割合としては小數であることになるが、70隻からの回答が得られているという事は充分に価値があること、レーダなどの使用状況に関して最も注目しなければならない漁船については、アンケートの方法では全く回答を得る事は困難である事などが知られた。従つて将来、漁船に対する調査は別な形式で行う事を考へている。なお全回答数に対する各パーセンテージは次の通りである。

商 船	官 庁 船	漁 船
48%	51%	1%

「一般的問題について」

(3) 今後の航海術において、レーダ、ロラン、その他の新しい方法による電波航法の方式を採用することの可否に関する意見。

この問いに対しては殆んど100%が積極的採用に賛成であり、経済的理由で無駄であるとか、計器の不完全を理由に採用には消極的な意見であるという様な答えはなかつた。従つて、海上における一般的な意見は、電波航法などについては極めて熱心にこれを採用する事に賛成であると断じて良いものと思われる。

(4) 電波航法の技術訓練に対する意見。

(a) 使用者が電波航法について十分な訓練を受けていないという理由で、海難の原因になると憂慮されるか。

この間に対する答は、

憂慮している	していない	回答なし
15%	65%	20%

従つて、そうした事を多少憂慮していると解釈すべきであろう。

(b) 海上における使用者に対して、半ば公的な組織において「各種の電波航法の使用法に関する講習と訓練」の行なわれる事は必要であるか。

この間に対しては

必要である	必要ではない	記入なし
83%	11%	6%

従つて、圧倒的多数の者が、こうした技術訓練の講習が必要であると感じているわけで、これに対する実際の処置は目下の急務と考えられる。

(5) 海技免状試験と、特殊無線技師「レーダ」試験とを2本建てにしてある現状に賛成であるかどうか。

現状賛成	不賛成	記入なし
22%	59%	19%

これからして、現状に対しては海上技術者の過半数が不賛成であるので、この事は、為政者として何らかの検討を要する問題ではないかといえる。

(6) 海技免状のうちの或るもの、例えば「甲種船長、航海士」の試験においては必ずレーダ試験を含ませて、海技免状でレーダ使用技術者としての資格を包含させ、その他の者に対してだけ現在の特殊無線技師試験によるという形の2本建てなどはどうか。

賛成	不賛成	記入なし
76%	10%	14%

これよりして、海上技術者の大多数が、甲種海技免状にレーダ免状を包含させた取り扱い方を希望しているといえる。

これについては上の方法以外に考えられる方法があれば記入する様に欄を設けたが、これには25通のものが意見を示した。その大部分は、現在の特殊無線技師「レーダ」は無意味である事を強調していた。又、無線技師としてのレーダよりも、航海者としてのその利用法こそ大

切であるのに、現在の試験はねらいが違っていると強調されているものも多かつた。又、現在の様に2本建てにするならば、同一日に試験をするという様な能率的な処置を望むという者もあり、乙種海技免状も甲種と同様に考えて、その両種ともレーダ資格を包含させるべきだとの意見もあつた。これらよりして、現状は何等かの合理的な処置をもつて変更されなければならない情勢下にあると解釈して良いのではないかと思われる。

(7) 日本船の現状からしてロランはもつと利用されるべきであるか。

これに対しては1隻を残こして全部が、もつと利用されるべきであるとの答であつた。また、ロランを利用したいのだが自船に装備されていないのを残念に思うと答えたものが84件(57%)あつたのは意外だつた。これは周知の様に、日本においては漁船において最もロランが装備されておるのにそれからの回答は無く、商船においては一時、船価の切り下げの必要からロラン装備がひかえられた時期があつたことと、回答数の大きな割合が官庁船であり、その小型のものに装備がなされていない点も原因と考えられる。この点更に分析を必要とするが次の問題としたい。

(8) ロラン局のほか、日本にもデツカ局を設備すべきであるか。

設備すべきだ	必要ない	記入なし
67%	10%	23%

(9) 貴方はロラン使用の経験者か。

経験者だ	未経験者だ	記入なし
77%	18%	5%

(10) 貴方はデツカ使用の経験者か。

経験者だ	未経験者だ	記入なし
12%	72%	16%

ただこの解答については、回答船中、世界一周船および欧州航路船は合計4隻しかなかつた事を無視してはならない。そして、デツカ利用の経験者17名中の16名までが、デツカ局設置を推奨していることは注目すべきことであろう。

(11) ロラン受信機の購入希望価格はどの位か。

これに対しては回答は31%しかなく、85万円以下の希望が大多数で、高くとも120万円以下という者が全部であ

つた。但し、海上技術者としては、回答が31%しかない事からして、価格の問題に余り関心を示さないのだと考えるべきではないだろうか。

(12) ロランとデツカの二重装備は貴船の場合には必要か。

必 要	不 要	記 入 な し
29%	51%	20%

この結果については、更に、商船と官庁船の別および航路などについて分析を試みる必要があると思われるのでその点は後の問題とすることとした。

「運用に関する問題について」

(13) レーダ映像の判読について悩んだことがあるか。

あ り	な し	記 入 な し
58%	29%	13%

半数以上は悩んだ経験を持っており、これについては、その例が70件報告されたので、このことは別途解析する事にする。

(14) 映像誤差が原因で失敗しかかつたか失敗した経験があるか。

あ り	な し	記 入 な し
8%	83%	9%

これについての13例の報告も別途解析することとした。

(15) 偽像、混信により驚ろかさされ又は失敗した例はないか。

あ り	な し	記 入 な し
19%	73%	8%

これには30例の報告があり、非常に参考となるものがあつたので別途解析することとする。

(16) 特定の海域で異常映像を経験したか。

あ り	な し	記 入 な し
19%	69%	12%

その例として23例が報告されたが、そのうちの18例はペルシヤ湾およびその附近であつた。

(17) 航海中において次の場合、使用レンジは何裡にしているか。

(a) 港内において

2 海里以下	6 海里以下	15海里以下
77%	21%	2%

ここに例えば6海里以下とした中には勿論2海里以下は含まない。以下同じ。

(b) 出入港スタンバイ前後の港外において

2 海里以下	6 海里以下	15海里以下	それ以上
3%	75%	20%	2%

(c) 沿岸航海中

6 海里以下	15 海里以下	それ以上
10%	66%	24%

(d) 大洋航海中

6 海里以下	15 海里以下	それ以上
3%	30%	77%

(18) どんな時に船首上方にし、どんな時に北上方にしているか。

	港 内	港 外	沿 岸	太 洋
船首上方	57%	40%	16%	30%
北 上方	11%	28%	47%	32%
両 方	5%	5%	3%	3%
記入なし	27%	27%	34%	35%

(19) 衝突防止のためプロットイングを実施しているか。

常 に 実 施	常には実施しない	記 入 な し
49%	25%	26%

ここに、記入ないものは一応実施していないと見るべきではないか。そうすると、約半数は常にプロットイングを実施しているが、あとの半数は実施していないと解釈できる。

プロットイングは有効であるが、実施は余り賛成出来ないとしている者が29%、いや実施は賛成であるとする者が同じく29%、あとの42%は記入なしである事も、積極的に実施に賛成の意見の者の少ない事を物語っている。又その理由として29件の報告があつたが別途解析したい。(本問に関係する外国の意見が、本誌本号の講座

「レーダ航法」において紹介されているので参照されたい。

(20) いプロットイングの開始時期は、本船から何海里位の距離に相手船を見た頃か。

11海里以上	10海里以下	6海里以下	3海里以下
26%	48%	17%	9%

これからすると、6海里以下に入ってからプロットイングを開始するとの回答が26%ある事から、一応プロットイングの原則的な知識を更に普及の必要がある事を物語るものと解釈できよう。

(21) プロットイングは何海里位の距離まで相手船が来たとき終了するのを普通としているか。

1海里以下	2海里以下	3海里以下	6海里以下	10海里以下	それ以上
20%	26%	20%	26%	8%	0%

以上の2問を通じて、プロットイングの開始は大体10海里附近で、終了は比較的小さくまでやっている様子である。この点も一応問題があるのではないだろうか。プロットイングを行なう上の基本的な要件（前述の講座参照）などについて、国際的な常識としての知識の普及は急務であると思われる。

(22) プロットイングは何処で覚えたか。

参考書	学校	その他	記入なし
26%	43%	5%	26%

上記参考書名を挙げた26件のうち、16例は、本会発行の「レーダの運用指針」によつたとしている。

(23) プロッターについて

(a) プロッターを使用しているか。

使用している	使用していない	記入なし
24%	47%	29%

(b) 更に改良されたプロッターを要求するか。

要求する	要求しない	記入なし
33%	16%	51%

(c) プロッターは必要ないと思うか。

必要ない	必要だ	記入なし
17%	35%	48%

これらを通じて、プロッターを使用しない、必要ない、要求もない、記入しない、などの否定的な解答が常に過半数であることは、プロッターに対する関心は、現状では低いことを示すものと解釈すべきであろう。

(24) レーダ・チャートについて

(a) レーダ・チャートを利用した経験があるか。

あり	なし	記入なし
4%	66%	30%

(b) レーダ・チャートは必要と思うか。

必要と思う	不要である	記入なし
16%	22%	62%

この結果からして、レーダ・チャートについては経験が薄く、また必要とは考えていない事がわかる。レーダ・チャートが何等かの形において普及されれば結果は自然と変化するものと思われる。なお、レーダ・チャートは如何なる形式のものが良いかの質問に対しては、15意見が報告され参考となるが、別途解析することとする。

(25) 貴船では、霧中又は夜間のスタンバイ中に、レーダを専門に監視する士官を配置しているか。

している	していない	記入なし
42%	45%	13%

(26) レーダを専門に監視する士官の当直配置は必要と思うか。

必要と思う	不要	記入なし
16%	22%	62%

以上2問よりして、レーダ監視専門の士官を、夜間、霧中のスタンバイ中などに配置するのとししないのが殆んど同数。しかるにその配置の必要性を強調する数も少く、又否定する数も少く、過半数がこれに答えないことは、諸事情を考えて、返答に困つての事であると解釈出来よう。なお、官庁船と一般商船とを分離して再検討をする事が必要であると思われる。

(27) 霧中において、レーダ航法中は意見としてはレーダのない船の場合の霧中速力と比較して、自船の速力を増して良いと考えるか。

	大洋航海中	沿岸航海中
相当増速してよい	75%	38%
相当減速の要あり	19%	48%
非常に減速の要あり	0%	6%
その他	2%	2%
記入なし	4%	6%

霧中において、レーダ船は、レーダのない船より増速してよいと考えている者は、大洋航海中は圧倒的に多く、沿岸航海中は、増速してはいけないという者が過半数となっている。

「機器に関して」

(28) レーダに故障が多くて困った経験があるか。

あ	な	し	記入なし
68%	24%		8%

これは意外に故障で悩んだ例が多く、製造会社への不満を持っていると考えるべきであろう。その機器の故障の様相を報告したものは45例あるが別途解析することとする。

(29) 故障の時誰が修理するか。

	小故障	中故障	大故障
通信士	97%	75%	35%
航海士	1%	1%	0%
サービル・エンジニア	1%	23%	64%
記入なし	1%	1%	1%

(30) 貴船のレーダの装備は何時か。

1950以前	1951~4	1955~8	1959~62	不明
2%	44%	21%	23%	10%

(31) 貴船レーダの使用積算時間は？

10,000以上	8,000~10,000	4,000~8,000	2,000~4,000	それ以下
3%	9%	21%	20%	36%

(32) 貴船における最高連続使用時間は？

4時間	6時間	8時間	10時間	24時間	48時間	それ以上
15%	12%	23~	15%	15%	6%	14%

(33) 貴船のレーダ機器は最高温何度位までにさらされるか。

30°C以下	30°	35°	40°	45°	50°	55°	60°	60°以上
3%	27%	39%	24%	4%	1%	0%	0%	2%

(34) 貴船ではトランシーバーやインジケータは日光の直射を受けるか。

受ける	受けない	不明	記入なし
8%	86%	3%	3%

以上2問の問の関係については別途調査する。

(35) 貴船ではレーダ一般使用状態において電源電圧は何ボルト位変化するか。

±5%以内	±5%以内	±7%以内	±10%以内	±10%以上	記入なし
31%	34%	1%	16%	4%	16%

(36) レーダの使用によつて、航海計器または無線機器に悪影響を与えたという経験があるか。

あ	な	し	記入なし
17%	77%		6%

その状況を報告したものの18例があつたがこれは別途検討する。

(37) 一般航海用としては、距離分解能を何米位までにしたいと考えるか。

50m未満	50~80	80~100	100~150	150以上	記入なし
56%	8%	12%	1%	2%	21%

(38) 何海里のレンジ・スケールがほしいか。

これに対しては、0.5, 1, 2, 4, 6, 10, 15, 20, 30, 40, 50の殆んど全部平均して要求を示していた。

(39) 例えばデリックを使用する様な場合、貴船ではスキヤナーはどの程度振動するか。

記入なし	非常に振動する	比較的振動する	余り振動しない	その他
48%	2%	10%	42%	8%

(40) スキヤナーは最大風速何米にたえて回転できる事が必要と考えるか。

これに対しては、30米、40米、50米、60米とそれぞれ同数で平均しており、他のものはほとんどなかつた。

(41) スキャナーが異常なく回転した最大風速の経験は？

記入なし	20 m/s以下	20~29	30~39	40~49	50~59	60~69
21%	3%	24%	27%	17%	4%	4%

(42) 強風のためレーダが故障した経験があるか。

あり	なし	記入なし
7%	62%	31%

上記2問については関連ある事なので、風速と故障と対比して検討の要がある。

(43) レーダセ・ット内の次のものは必要と考えるか。(147回答に対する%)

AFC	トルーベアリング	プロッター	トルー・モーション	エコーボックス	記入なし
90%	72%	63%	63%	43%	6%

(44) この他に必要と思われるものの名は

(アラーム・セット), (円偏波), (STC, FTC 故障時のマニュアル切換), (標準作動判別装置), (8 mm 波, 3 cm 波切換), (改良プロッター), (スキャナー・逆転装置), (カーソル平行線), (レンジ・切換によるパルス幅切換)

なお不要と思われるものは？の質問に対しては解答0であった。

(45) サービス・エンジニアの定期的チェックを必要とするか。

必要	不要	記入なし
76%	12%	12%

これについてはサービス・エンジニアを必要時又は故障時に呼ぶからという意見の附記があつたので検討の余地を残している。

(46) レーマーク・ビーコンを取り付けるについて、何処を希望するか。

これには33回答を得たが別途検討する。

(47) レーダ・リフレクタを取り付けてほしいと希望する場所があるか。

これについても29回答があつたので、別途解析をする。

あとがき

以上今回は取りあえず報告したが、これは非常に膨大な資料で、小人数で消化し切れない点があり、その多くの解析を後日に残こした事を残念に思うものである。

しかしながら、海上の実動技術者のかくも多くの人々が、日々の激務の中にあつて、これ程詳細な報告を寄せて下さつた事に対しては、衷心より謝意を表する次第である。又各官庁、船会社の御協力に対して深く謝意を表する次第である。以上の調査ならびに今後続行する解析の結果が、斯界の発展のため必ずや役に立ち、再度海上技術者への技術的な帰還となつて利益をもたらすであろう事を信じて筆をおく次第である。

(執筆 茂在寅男)

釧路港、大阪港レーダ局について

*海上保安庁燈台部 山 越 芳 郎

Kushiyo and Osaka Harbour Radar Station

by

*Navigation Aids Division

Maritime Safety Agency

Yoshio YAMAKOSHI

Abstract

Kushiyo Harbour Radar Station established in 1961, is the first station in Japan. The next one was constructed at Osaka in 1964. The introduction of the millimeter wave radar and ship target identification system are essentially specific events in these stations. The millimeter wave radar for harbour radar station was put into actual operation in the first place. The millimeter wave radar and a S band radar are utilized to collect the information for navigation, and VHF transmitter-receiver to communication.

In the ship target identification system, microwave crystal detected video-receiver is used to receive the radar pulses, and the detected video signals trigger the VHF transmitter on board. The signals received by VHF receiver at the radar station are amplified, adjusted the timing, shaped the wave form, and fed to the radar PPI. On the PPI, the identification signal appears a few millimeter behind the ship target along the radar sweep.

ハーバレーダ局は周知のとおり、港湾付近の陸上に高性能のレーダと通信装置とを設け、レーダによって港や航路などの状況を的確に把握し、船舶の航行に必要ないろいろの情報を船舶に提供し、雨、霧、雪あるいは夜間など視界不良のときでも、船舶が運航能率を低下することなく、安全に航行し、船舶が混雑する港湾口付近でも安全に入港できるように、航行上の援助を与える無線局である。

我国では1962年に釧路港に初めてのハーバレーダ局が

設置され、ついで大阪港に2番目のレーダ局が設置された。

釧路港レーダ局は、釧路港を眼下に見おろす、海拔約50mの丘の上にあつて、1階に無停電電源装置、2階に通信機、そして3階にレーダ機器を収容した無線舎とその上部に2つのレーダ空中線を設置した鉄塔とにより構成されている。また大阪港レーダ局は、大阪港中央突堤の先端にあつて、上部に2つのレーダ空中線を設置した高さ50mの鉄塔と、レーダ機器を収容した地上約10mの下部キャビンの運用室、そして非常用自家発電装置および空調装置を収容した電源舎とで構成された近代的設計によるレーダ局である。

我国のハーバレーダ局の持長は、ミリ波レーダを使用していることと、船影の識別装置を有することである。ハーバレーダとしてミリ波を使用したのは世界で最初であり、ミリ波レーダが実用化されたのも、ハーバレーダが最初である。

レーダ局の構成

レーダ局は基本的には情報を収集するためのレーダ機器と、その情報を船舶に提供するための通信装置とから構成されている。

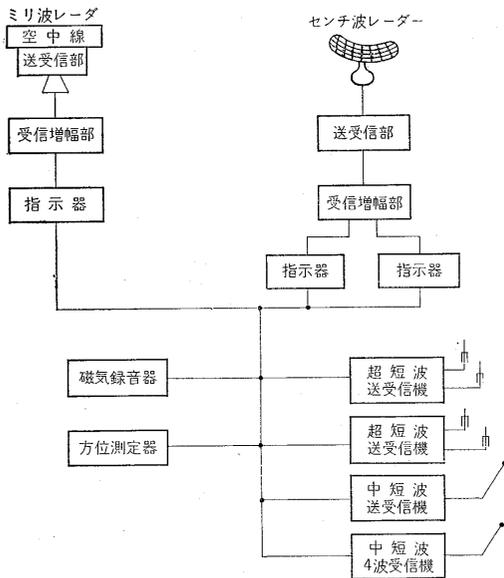
釧路港レーダ局の構成を第1図に示す。その主要機器の性能は、次のとおりである。

(1) ミリ波レーダ

周波数	24,800MC (波長12.5mm)
送信出力	30KW以上 (尖頭値)
パルス幅	0.025 μ S, および 0.05 μ S
パルス繰返し周期	5,000 P P S

*住所 東京都千代田区霞ヶ関2丁目1番地

Address: 1, 2-chōme, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo.



第1図 釧路港レーダ局構成図

- 偏波面 水平, および円
- アンテナ型式 パラボリックシリンダー (レドム付)
- アンテナ指向性 水平約0.25度
垂直約15度
- アンテナ回転数 30r.p.m.
- 最大探知距離 10km
- 受信機中間周波数 90MC
- 映像帯幅 45MC
- 総合雑音指数 19db
- 付加操作 STC, 海面反射抑制, 円編波など。

このミリ波レーダは比較的近距离の監視に使用する。一般のレーダに比して、特にすぐれた方位分解能および距離分解能を有している。このレーダは約0.25度の方位分解能を有しており、実験の結果レーダ局より約1マイルの地点で5m以上離れた350トンと450トンの2隻の船舶は完全に分離して見える。また距離分解能はレーダのパルス幅によつて左右されるが、このレーダでは0.025 μ Sのパルス幅を使用しており、実験の結果ではレーダ局より約1マイルの点で約10m離れた350トンと450トンの2隻の船舶の分離が出来るというすぐれた結果がえられている。

(2) センチ波レーダ

- 周波数 5,580MC
- 送信出力 40KW以上 (尖頭値)

- パルス幅 0.1 μ Sおよび1 μ S
- パルス繰返し周期 1,000 P P S
および2,000 P P S
- 偏波面 水平
- アンテナ形式 パラボリックシリンダ
- アンテナ指向性 水平約1度
垂直約15度
- アンテナ回転数 15r.p.m.
- 最大探知距離 20マイル
- 受信機中間周波数 30MC
- 映像帯幅 10MC
- 総合雑音指数 10db
- 付加操作 STC, 海面反射抑制など

センチ波レーダは比較的遠距離の監視や、ミリ波レーダが気象の影響を受けたときに使用する。

(3) 指示器

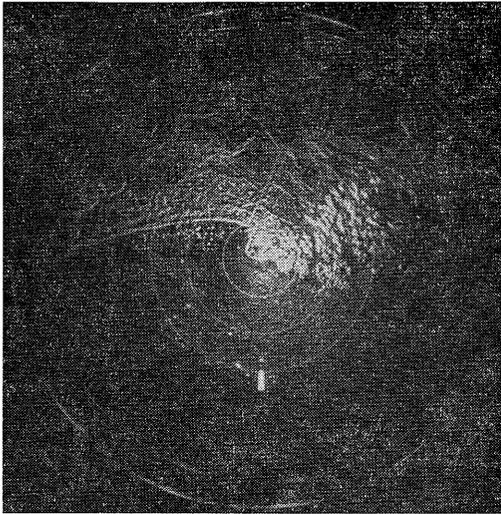
- 方式 P P I方式
- ブラウン管 直径40cm長残光性

3台の指示器のうち、2台はミリ波レーダ用として、他の1台はセンチ波レーダ用として使用する。ミリ波用はレンジを0.5, 1, 2, 5および10マイルレンジに切替えて使用出来、センチ波用は0.5, 1, 5, 10および20マイルレンジに切替えて使用出来る。各指示器では1半径のオフセンタが可能となっている。

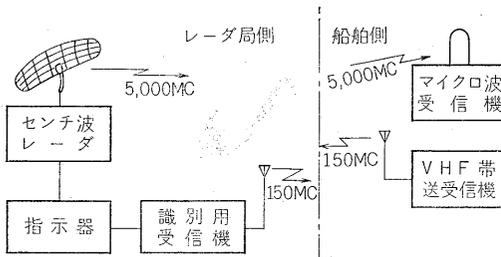
(4) 識別装置

- 有効識別圏 15マイル以上
- 識別信号の映像面での長さ レーダP P Iの各レンジに於て7mm \pm 2mm
- 識別信号と船影信号との間隔 レーダP P Iの各レンジに於て10mm \pm 2mm
- 識別信号の揺動 レーダP P Iの各レンジに於て3mm以下。

この装置は一般の船舶が所有するVHF帯のFM電話装置を利用し、レーダ映像面上に信号化された船舶識別信号を船舶の映像のすぐ後に表示する装置である。第2図にその状態を示す。識別装置の構成は第3図に示す系統図のとおりであり、船舶側にはトランジスタ化された5,000MC帯のクリスタル検波方式の簡単なマイクロ波受信機(第4図に外観図を示す)を必要とする以外は普通一般に使用されているVHF帯のFM電話に付属回路を設けるだけで利用出来る。



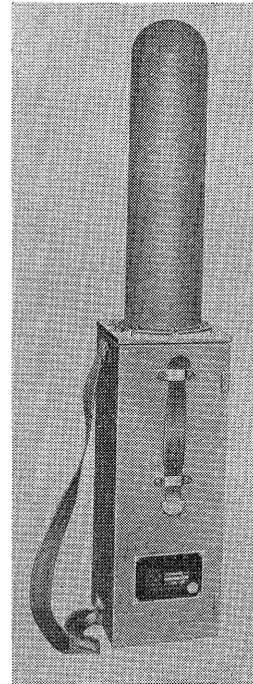
第2図 識別信号
中央下長線が識別信号，そのすぐ上方に船影



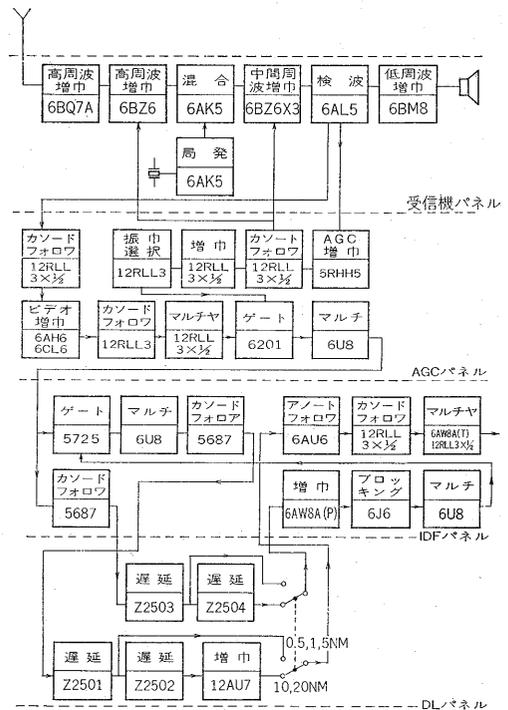
第3図 識別装置動作系統図

レーダ局側でレーダ像を監視し，船影を識別したいときには識別を行なう旨，船舶に要請し，マイクロ波受信機，およびVHF帯送受信機を動作させる。この状態でレーダの空中線のビームが船の方向に向くと，船側では，そのレーダパルスがマイクロ波受信機で受信し，受信出力パルスをこのFM送信機に加える。送信機はこのパルス信号により，矩形波パルスを作り，送信波を振幅変調し，レーダ局側に送信する。レーダ局側では，時間調整，パルス波形の成形等を行ない，その出力をレーダの指示器に加え，指示器で符号パルスを作り，ブラウン管上の船影の後に識別記号を映し出し，その信号により船の識別を行なう。

この装置で識別信号を確実に表示するために重要な役割をするのが識別用受信機であつて，安定度を増加する為のAGC回路（利得調整回路）妨害信号を除去するためのIDF回路（信号発生回路）IDF回路の動作ゲートを発生するDL回路（遅延回路）より構成されている。受信信号は増幅され，AGC回路にて一定したレベルのパルスとして得られる。しかし，入力信号が非常に小さくなり，信号対雑音比があるレベル以下になつたと

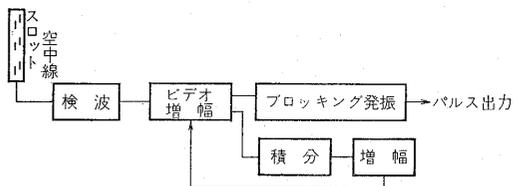


第4図 識別用，マイクロ波受信機



第5図 識別用受信機ブロックダイアグラム
ときには安定した識別信号が期待できないのでAGCゲートにより識別信号は切つてしまふ。AGCゲートを通つた安定したパルスはマルチャと呼ばれる振幅比較回路

にて、パルス幅の狭いパルスを作り、このパルスをレーダのパルス繰り返し周期と同様な時間だけ遅延し、この信号によりゲート回路を動作させ、希望パルスのみを選択し、通過させる。さらにこのパルスは船の映像の後にきめられた位置と長さで表示するため、一定時間遅延し、PPIの各レンジに適合するよう波形の成形を行ない、PPIのブラウン管に表示する。識別用受信機のブロックダイアグラムを第5図に、マイクロ波受信機のブロックダイアグラムを第6図に示す。



第6図 マイクロ波受信機ブロックダイアグラム

大阪レーダ局の構成は第7図のとおりであり、このレーダ局は機器の故障、あるいは修理、調整などによる業務休止を極力少なくするためにレーダ（レーダアンテナを除く）、同期信号発生器、通信装置および識別用受信機は予備機が設置されている。

大阪レーダ局の主要機器の性能は次のとおりである。

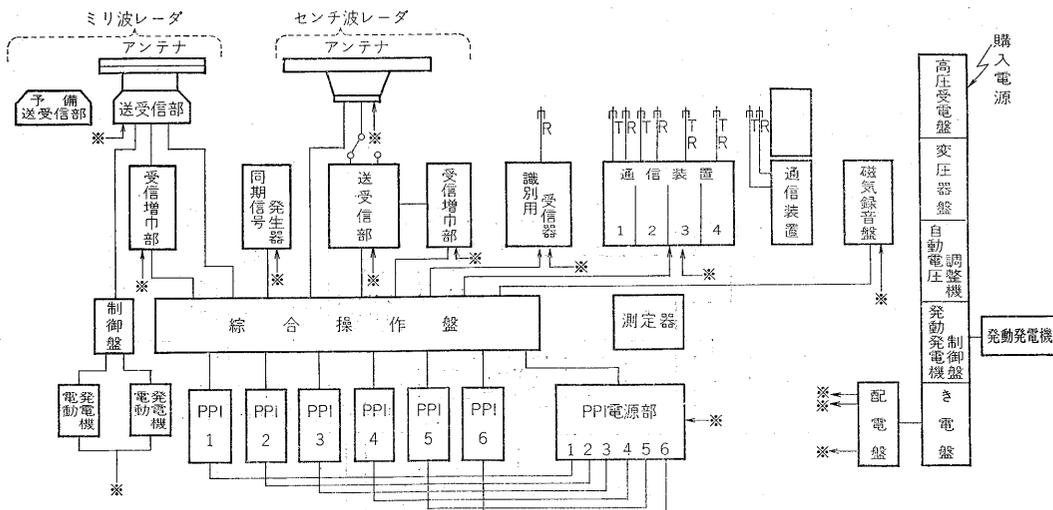
(1) ミリ波レーダ

周波数 32,600MC

- 送信出力 30KW以上（尖頭値）
- パルス幅 0.02 μ Sおよび0.04 μ S
- パルス繰り返し周期 5,400 P P S
- 偏波面 水平
- アンテナ形式 二重チーズ形
- アンテナ指向性 水平約0.2度 垂直約5度
- アンテナ回転数 18r P m
- 最大探知距離 10km
- 受信機中間周波数 100MC
- 映像帯域幅 40MC
- 総合雑音指数 18db
- 付加操作 S T C, 海面反射抑制など。

(2) センチ波レーダ

- 周波数 5,580MC
- 送信出力 40KW以上（尖頭値）
- パルス幅 0.05 μ Sおよび0.2 μ S
- パルス繰り返し周期 2,700 P P S
- 偏波面 水平
- アンテナ形式 スロットアレ形



ミリ波レーダ	1台	通信装置 (VHF. デュプレックス)	2台
センチ波レーダ	1台	通信装置 (VHF. シンプレックス)	2台
同期信号発生器	1組	受信機 (識別信号受信用)	1組
指示器 (PPI)	6台	通信装置 (識別テスト用)	1台
綜合操作盤	1台		

第7図 大阪レーダ局構成図

- アンテナ 水平約0.5度
- 指向性 垂直約15度
- 最大探知距離 40km
- 受信機中間周波数 60MC
- 映像帯域周波数 20MC
- 総合雑音指数 11db
- 付加操作 STC, 海面反射抑制など。

(3) 指示器

- 方式 PPI方式
- ブラウン管 直径40cm長残光性

6台の指示器はみな同じもので、それぞれ監視区域およびミリ波レーダの使用、センチ波レーダの使用などの必要に応じて、押ボタン操作するだけで、注意に選択できる。

又通信装置の遠隔操作、識別信号の接断などが指示器前面の操作器により行なうことができる。さらに各指示器には電子カーソル線(可変2本、固定2本)を表示することができる。固定カーソルは航路の中心線、障害物などを表示するもので、カーソル線の長さ、位置などはそれぞれの監視区域についてあらかじめ設定されている。可変カーソルはレーダ局あるいは顕著な目標を基点として船舶までの方向と長さを指示器の前面にあるハンドルを操作して調整し、その方位と距離をカウンタで直読できるものである。

電子カーソルはPPIのブラウン管上に電子的に表示された“ものさし”であつて、PPI前面のブラウン管

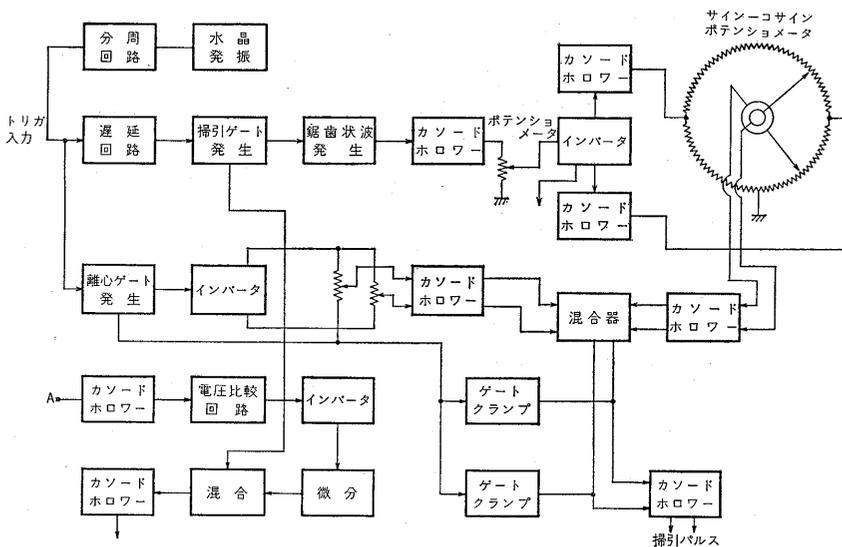
の横にあるハンドルを操作し、位置および長さを任意に変化させて目標物までの方位と距離を測定するためのものでレーダから得られる情報の質の向上に極めて重要なものである。

この電子カーソルをブラウン管上に表わすにはPPIのレーダ掃引のうち10数本に1本づつレーダ掃引を休止し、この間にカーソルの掃引を行なう。レーダ掃引の休止信号をカーソル掃引発生回路に与え、鋸歯状波を作る。この鋸歯状波の電圧を1個のハンドルに付けられた可変抵抗器により変化させて、カーソルの長さを変化させる。更に長さに応じた電圧に調整された鋸歯状波を、カーソル線の方向を変化させるための同じハンドルに付けられた、ポテンシオメータをとおして、ポテンシオメータの回転角に応じたX方向の成分の鋸歯状波とY方向の成分の鋸歯状波に分けられる。(X方向とY方向は互に直角をなしている。)この2つの成分にカーソルの基点を決定するもう1つのハンドルによつて変化させられた電圧を加えて、これを増幅して、X方向およびY方向の偏向コイルに加え、カーソル掃引をおこなう。第8図に電子カーソルを表示するための回路のブロックダイヤグラムを示す。

(4) 識別装置

大阪港に使用している識別装置は原理的には釧路港のものとはかわりはないが、信号の返送方式がFM変調を使用している点のみ異なっている。

ハーバレーダ局の機能



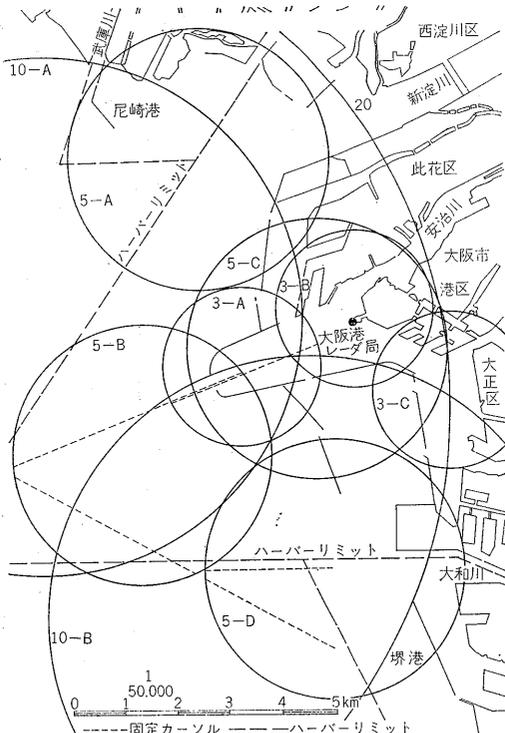
第8図 電子カーソル発生部ブロックダイヤグラム

釧路港レーダ局では、センチ波レーダは、5マイルレンジ又は10マイルレンジで、比較的遠距離の監視を行ない、ミリ波レーダは、1マイルレンジ又は2マイルレンジにて港の入口付近、および港内の監視を行なつて、港や航路状況など、船舶の航行に必要な情報を収集し、船舶に提供している。

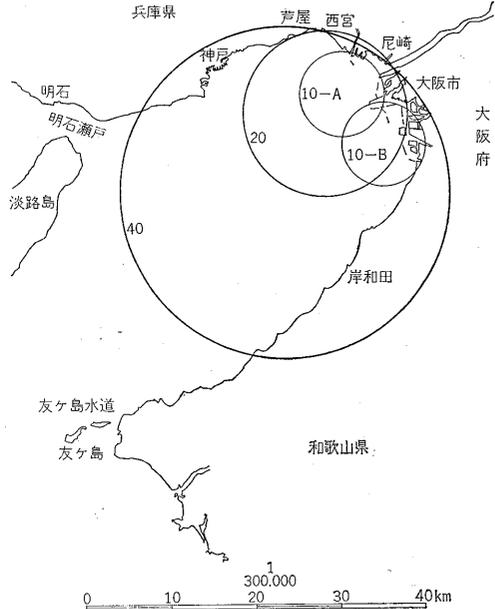
一方大阪港レーダ局では情報の量および、質の向上および監視する者の労力の軽減等のため、前述の電子カーソルおよび監視区域を第9図、第10図に示すようにきめ、押ボタンスイッチにより任意に切換える方法を採用している。指示器のブラウン管上では、それぞれ、

3-A	直径3km	縮尺 1/ 7,500
3-B	"	"
3-C	"	"
5-A	直径5km	縮尺 1/ 12,500
5-B	"	"
5-C	"	"
5-D	"	"
10-A	直径10km	縮尺 1/ 25,000
10-B	"	"
20	直径20km	縮尺 1/ 50,000
40	直径40km	縮尺 1/100,000

となる縮尺の映像を監視している。この監視区域のうち



第9図 監視区域図(ミリ波レーダ)



第10図 監視区域図(センチ波レーダ)

3-Aから5-Dまでの区域は主としてミリ波レーダにより、また10-Aから40までの区域はセンチ波レーダによつて監視している。

レーダ局では監視区域内を航行する船舶からの要求によつて、あるいは必要に応じて、次のような情報を提供している。

(1) レーダによつて収集した情報

- a レーダ局からの方位、および距離による船位(釧路)レーダ局あるいは顕著な固定目標(例えば防波堤先端、燈台、浮標など)からの方位および距離による船位(大阪)
- b レーダ局から3マイル以内における他船の動向(釧路)監視区域のうち原則として3-Aから5-D内における他船の動向(大阪)
- c 航路障害物の状況
- d その他の船舶の航行の安全を確保するうえに直接関係ある事項

(2) レーダによつて収集した情報以外の情報

- a レーダ局で観測した天気、風向、風速および視程。
- b その他船舶の航行の安全に必要な事項

ただし、これらの情報は操船を指示するものではない。すなわちレーダ局は船舶の運航に必要ないろいろの情報を提供するだけで、航行管制は行なわれない。このため、レーダ局を利用して損害を生じることがあつても、レーダ局ではその損害について一切責任を負わないことになつてゐる。

釧路港レーダ局では第1表、大阪港レーダ局では第2表に示す通信周波数を使用し、船舶と無線電話によつて連絡をとつて、情報を提供する。

第1表 釧路港レーダ局通信周波数

	船 舶 側	レーダ局側	備 考
呼出 応答	A 3 2,182KC	A 3 H 2,183.5KC	
	A 3 H 2,183.5KC	A 3 H 2,183.5KC	
	A 3 J 2,183.5KC	A 3 J 2,183.5KC	
	A 3 27,859KC	A 3 H27,860.5KC	
	A 3 H27,860.5KC	A 3 H27,860.5KC	
	F 3 157.0MC	F 3 161.6KC	
	F 3 157.1MC	F 3 161.7KC	
通 信	A 3 2,150KC	A 3 H 2,151.5KC	漁船用 巡視船用 漁船用 巡視船用
	A 3 H 2,151.5KC	A 3 H 2,151.5KC	
	A 3 J 2,151.5KC	A 3 J 2,151.5KC	
	A 3 2,785KC	A 3 H 2,246.5KC	
	A 3 2,130KC	A 3 H 2,246.5KC	
	A 3 J 2,396KC	A 3 J 2,396KC	
	A 3 J 2,131.5KC	A 3 J 2,131.5KC	
	A 3 27,859KC	A 3 H27,860.5KC	
	F 3 157.0MC	F 3 161.6MC	
F 3 157.1MC	F 3 161.7MC		

第2表 大阪港レーダ局通信周波数

	船 舶 側	レーダ局側
呼 出 応 答	F3 166.80MC (16ch)	F3 156.80MC (16ch)
通 信	F3 156.70MC (14ch)	F3 156.70MC (14ch)
	F3 157.10MC (22ch)	F3 161.70MC (22ch)

船舶が情報の提供を要求してきたとき、その船舶を識別するには、一般には船舶の大きさ、その航行状況によつて船舶を識別する。しかし、レーダ局のレーダ指示器のブラウン管上に多くの船影があつて、どの船舶が情報の提供を要求しているのか、識別困難な場合がある。船舶が前述の識別装置を装備している場合には、レーダ局の要請によつてこれを操作することにより、また船舶が識別装置をもっていない時には航行状況をレーダ局に通報すること、あるいはある種の行動(たとえば施回する)をするなどによつてレーダ局では船舶を識別している。

運 用 状 況

釧路港は毎年、4、5、6および7月には霧によつて視界不良となる日が多い。このため、ハーバレーダ局を利用する船舶数もこの4ヶ月に集中している。釧路港レーダ局が運用を始めて2年になるが、年々利用船舶数が増

加し、その有用性は高く評価されている。本年4月~7月の利用件数は第3表のとおりであつて、船種別に見ると、そのほとんどが漁船で、約90%をしめている。船舶の大きさは10~20トン程度が最も多く、次に数10トン程度となつている。

第3表 釧路港レーダ局の1964年4~7月の利用件数

月	利 用 件 数	月	利 用 件 数
4	46	6	147
5	144	7	129

一般にレーダ局を利用する漁船は霧によつて視界が不良の場合に自船の位置が全く解らないため、位置を知りたいためにレーダ局に位置に関する情報を求めてくることが多い。レーダを装備していない小型漁船は、マグネットコンパスのみで航行しているものがほとんどで、そのコンパスも正確に校正されていないためと思うが、自船の航行方向すら適確に把握していないものもあり、自船の位置は全く不明であるということが多い。例えば、レーダ局を無線電話で呼び、釧路港の入口近くに来ているはずだから位置を知りたい、と位置の決定を求めてきた船が、レーダおよび中波回転ビーコン(釧路附近には、広尾、霧多布にある)を利用して調べた所、レーダ局のサービス海域外で、レーダ局より数10マイルも離れた所であつたり、又釧路港から、10マイル程度を航行しているという船舶が、釧路港のすぐ近くを航行しているという場合もある。

レーダ局に船の位置の決定を求めてきた船舶のレーダ局からの距離を調べて見ると、漁船では約2マイルというのが最も多く、全体の30%で、次に約1マイルが26%、約3マイルが18%、4~5マイルが10%、そして6マイル以遠からレーダ局に船位決定を求めてきたものが全体の16%となつている。又レーダ局からの方向別にみると、漁船の場合はあらゆる方向から船位決定を求めて来ており、一定した航路と云うものはないようである。一方、商船、大型漁船等レーダ、方探等の航行計器を装備した船舶は、航路も大体一定しており、自船の概略の位置、航行方面、速度等を適確に把握しているため、レーダ局ではレーダで確認する場合も簡単であり、レーダ局に対して要求してくる情報も、船位決定ではなく、港内の状況、他船の動向等である。このため商船は天候にあまり関係なくレーダ局を利用している。

視界不良時に漁船がレーダ局に要求している情報は、そのほとんどが船位の情報でそのため、レーダ指示器のブラウン管上の船影の内、どの船舶が情報の提供を要求

しているのかを識別することが重要な問題となつている。レーダ局では船舶が情報を要求してきたときには、船舶の大きさ、進行方向、周囲の状況、水深等の航行状況、概略の船位が解る場合には、その船位をレーダ局に通報してもらい、指示器のブラウン管上で概当船舶を識別する。船舶の数が多い場合、船舶からの航行状況が不明確な場合には方探により、概略のレーダ局からの方位を求めると、中波のロータリビーコンによる概略の位置を船舶に通報してもらう等により、いくつかの概当船舶を見つける。さらに概当船舶が判明した時にはレーダ局からの要請によつて、船舶は進路を変更(施回)することにより、レーダ局では船舶を識別し、ブラウン管上で船舶のレーダ局からの方位および距離を測定し、船舶に通報する。

その他船舶から要求される情報は船舶の進行方向に於ける他船の動向、港の入口附近の他船の動向、および港内の状況がその主なものである。

船舶が船位決定を要求して、レーダ局にてその船舶を識別するまでに要する時間は概ね5分~10分程度で、最も早い場合で2分程度、最も時間を要する場合には30分程度を要している。

レーダ局の利用状況の例をあげると、昭和39年6月16日、天候は霧で視程は約50m、18時8分に7トンの漁船「八幡丸」がレーダ局に船位決定を依頼、レーダ局では、船舶の航行状況の通報を依頼し、船舶より40度の方向に航行中、水深は65mとの通報を受け、ブラウン管上で、レーダ局より195度、3.5マイルに概当船をみつけ、船舶に対し、東北に進路を変えるよう要請し、船舶の識別が出来た。この間に要した時間は5分間であつた。更に10時30分に、船位決定を要求している。この時の通信時間は約1分間であつた。通信終了時には船舶が港の入口近くに達しており、これで通信は終了した。ほとんどの場合に船舶が港の入口の防波堤燈台を確認した場合には通信を終了している。

冬季には、釧路港外には流氷があり、船舶の運航能力を低下させている。このため、船舶はレーダ局に釧路港附近の流氷の状況に関する情報を要求することが多い。

レーダ局ではセンチ波レーダを使用し、流氷の状況を適確に把握し、船舶に通報している。又通常のレーダ局の業務外であるが、气象台よりの照会により、レーダにより得た釧路港附近の流氷の状況を通知している。

釧路港の東方に知人礁と呼ばれる暗礁があり、この方向に進んでいる船舶が多く、これら船舶に対し、そのまま進むと危険であるむねの放送を行なつている。又その他航行上注意を要する場合にも、そのむね放送している。以上が釧路港レーダ局の運用状況の概要であるが、

その他海上保安庁の警備、救難業務にも利用している。

大阪港レーダ局は業務を開始してからの日数が少ないことと、一般船舶が、通信用をVHF帯の無線電話機をまだ装備していないため、その運用状況については資料が現在のところ、ほとんどなく、日を改めて記述することとしたい。

航行の安全と運航、能率の向上

釧路港附近の海難の発生状況を見ると、レーダ局が設置する前の1961年には164件、発生している。レーダ局の開局した1962年には112件、翌1963年には94件となり、年々減少している。但し、上記の件数は海上保安庁、釧路保安部にてあつかつたものでレーダ局のサービス範囲外のものが多数含まれている。

一方日本港湾統計によれば、年々利用船舶数は増加している。このことから、ハーバーレーダの必要性はますます増加すると思われる。さらにレーダ局との連絡を確保することにより、利用船舶に安心感を与えることは、運航能率の増進に大きな効果があると思われる。

大阪港は利用船舶も多く、海難による損害額も非常に大きい。1962年の海難は、運行上の原因によるものだけでも42件発生しており、その損害額は、5,000万円をこえている。これは荷揚げのため、多数の小形船が港内を航行していることと、入出港船舶が多いうえに関門入口が狭いために、関門附近が入出港しようとしている船舶で混雑していること、さらにスモッグによる視界不良という悪条件が重なつているためである。

海難発生場所を見ても、関門附近が一番多くなつている。このことから入出港船舶は、関門附近の他船の動向等を十分に把握し、操船しなければ非常に危険であることは明らかであり、レーダ局から得られる情報は入出港船舶にとつてきわめて重要なものとならう。

各港とも、霧、煙霧等の視界不良により、入港出来ず、荷揚げが出来ないために生ずる損害は非常に大きく、大阪港では年間数億円以上とみられている。釧路港の運用状況をみても解るように、霧で視程が数10メートルという悪条件に於ても、レーダ局からの情報を得て、船舶は安全に入港している。このことから見て、レーダ局は、海運界の発展に大きな役割をはたすといつて良いと思う。

さらに港湾管理者、および港長などにとつても、レーダ局からの情報は港湾管理上、交通管制上、極めて有用であり、この管理と船舶の適切な判断とがあいまつて海難防止、港湾の利用能率の向上に大きな効果を上げよう。

今後の問題

ハーバレーダ局は船舶からの要求によつてレーダによつて収集した情報、その他船舶の航行に必要な情報を提供する無線局である。

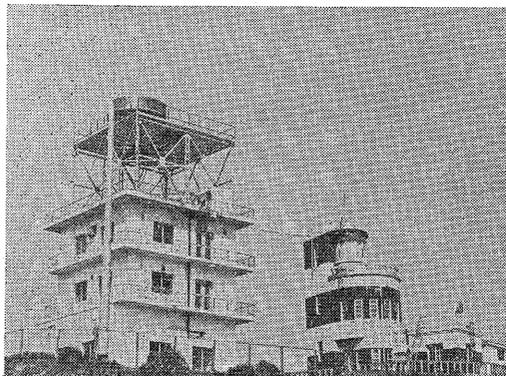
船舶からの要求があつて始めてその能力を発揮する。この為視界不良時はもちろん、視界が良好な時にも、レーダ局を利用し、航行の安全と、運航能率向上などに役立つよう、入出港船舶は、必ずレーダ局を利用するといふようになることが望まれる。

又船舶はレーダ局との通信を行なうためのVHF帯の無線電話装置を装備し、船舶の識別が正確に、そしてすみやかに行なえるよう。識別装置を装備することが望まれる。さらに港内、港の入口附近などのレーダ局のサービス海域を航行する船舶はすべて、156.8MC (16CH)の電波をいつでも受信できるよう、受信機を動作させて

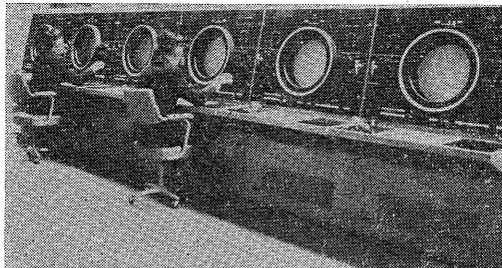
おき、レーダ局からの航行上、注意を要する場合の放送をすべての船舶が聴取すれば海難の防止に大いに役立つであろう。

レーダ局の機器について考えてみると、運用者は暗い部屋で長時間ブラウン管の残光を見ており、又暗い部屋と明るい部屋とをゆききすることは、眼を疲労させるばかりでなく視力を低下させる。肉体的にも、精神的にも暗い部屋で仕事することは好ましくない。

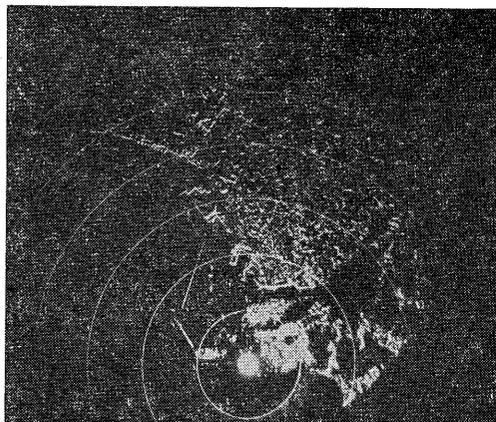
このため指示器としては、残光性のブラウン管を使用したものではなく、明るい所で使用可能な指示器の開発が望まれる。一方、船舶には無線電話器以外になにも識別のための装備を持たずにレーダ局側で確実に識別が行なえる方式、およびレーダ局に得たレーダ像をそのまま船舶に通報する方式の開発が今後の問題となろう。



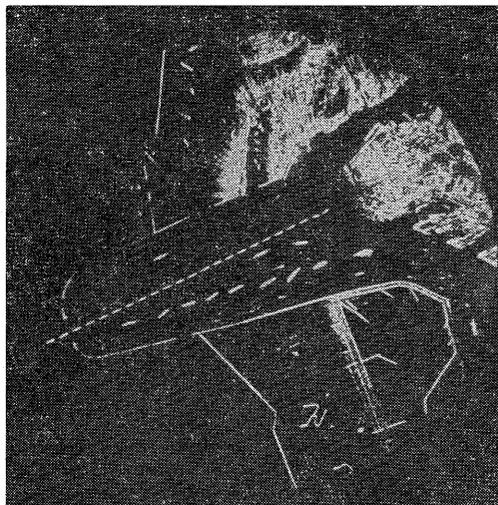
釧路レーダ局



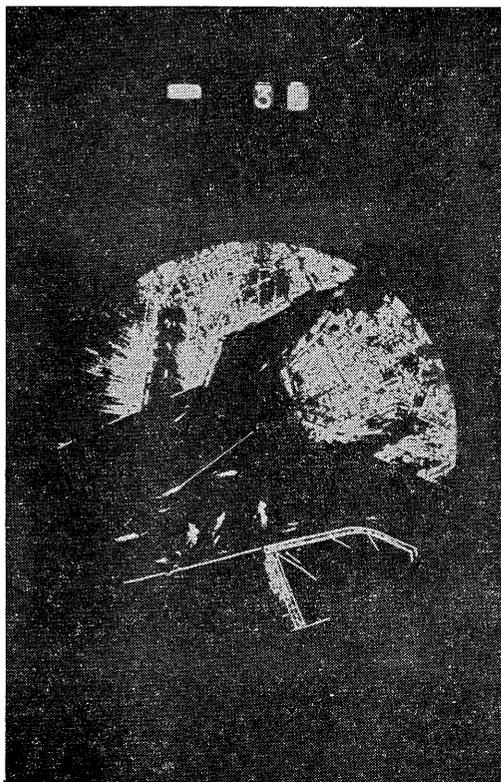
下部キャビン内のPPI (大阪)



レーダ像 (2マイルチンヂオフセンター) (釧路)



レーダ映像 (5-C) (大阪)
(中央点線は固定カーソル)



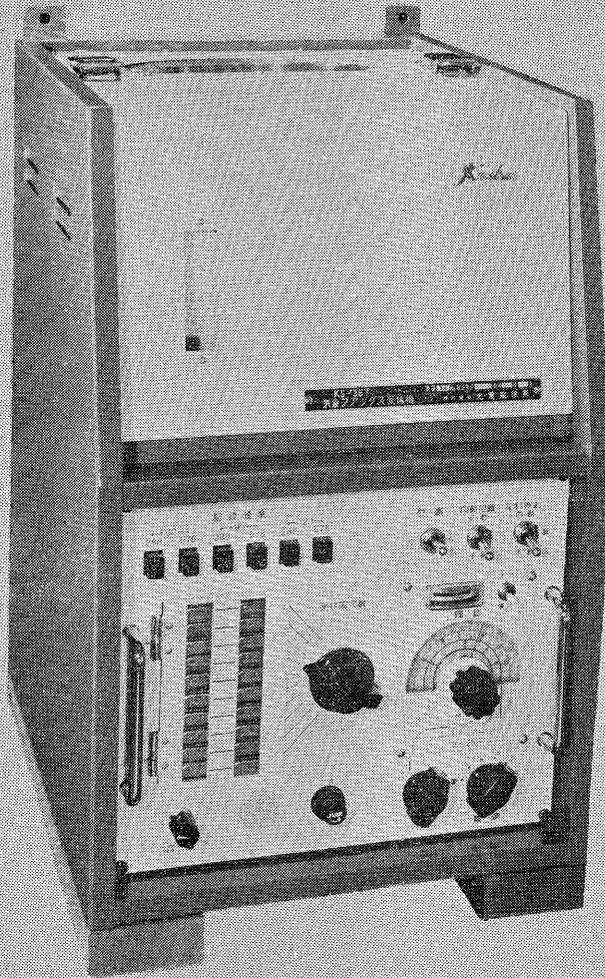
レーダ映像（3-C）（大阪）
（中央直線は移動カーソル）



大阪港レーダ局

超小型・軽量にて画像鮮明!!

気象ファックス受信機 KS-387



株式
會社
本

所 作 電 光

社 東京都品川区上大崎長者丸284
電話 (441) 1131 代表



Lecture

レーザの航海への応用

*東京商船大学 飯島 幸人

Laser and Its Application to Navigation

by

*Tokyo University of Mercantile Marine

Yukito IJIMA

Abstract

The coherent electro-magnetic wave that was the millimeter wave domain until a few years ago, is spread suddenly over optical domain by the laser, and it made a great step forward in the quantum electric field. As the laser light has various useful characteristics, That is, coherent light, enormous power, parallel light, etc, it suggests much possibilities to greatly make a contribution to technical, medical, military and other many fields. In this paper, mainly, a few applications of laser to navigation, radar, sonar, and rotation sensor, are considered.

はじめに

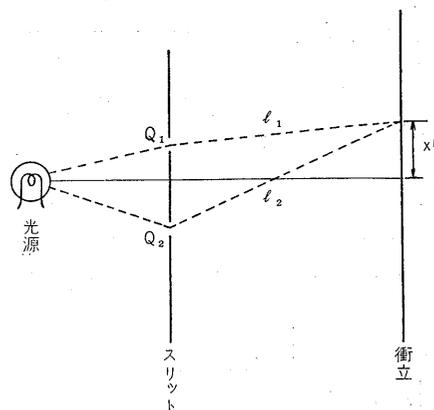
Schawlow と Townes が Laser の可能性を提起したのが1958年であり、始めてレーザ発振が行われたのが1960年で、それは maiman がルビーによつて成功したのであった。それ以来、従来のサブミリ波迄のコヒーレントな電磁波領域を一気に光領域に拡張したのものとして非常な注目のうちにレーザの歴史も本年で4年目を迎えた。この間レーザ発振をする物質も次々と発見され、固体からガスへ、更に半導体レーザも発振に成功している。一方レーザ光はその性質がコヒーレントであることと、大出力であることから通信、医療、軍事目的、加工、レーダ其他各方面から幅広い応用が提案されているが、何分にも誕生以来日が浅いため、レーザそのものの基礎的研究の段階であつて、実用的な応用は見られないが、レーザ光の性質が、今までの電磁波に較べて余りにも特徴があるので、過大評価されている向もないではな

いが、将来多方面に亘つて応用される可能性があるので、先づレーザ光の性質について説明し、このような性質を航海方面にどのように利用できるかということに焦点を合せてみたい。尚レーザの原理については電波航法第4号の“Laser による測距装置”⁽¹⁾の項で簡単に説明しておきましたので始めての方はそちらを参照して頂きたい。

1. レーザ光の性質

1.1 Coherency (可干渉性)

初期の無線通信は雑音電波をパルス変調して、即ちスパークをとばして送信し、これをコヒーラーによつて受信していたが、真空管其他により位相の一定した、単一な周波数の電磁波が得られるようになって、変調、復調、混合等の技術が発達して今日の電波の繁栄を見てい



第1.1図

*住所 東京都江東区深川越中島2丁目2番地

Address: 2, Fukagawa-Echujima, Kōtō-ku Tokyo,

るわけであるが、光の領域でも丁度この過程を歩みつつある。普通の光によつて干渉を起すためには、同一光源をほぼ同時に出した光でなければならない。即ち第 1.1 図のように 2 つのスリットを通過させると上の条件が満足されて衝突上に干渉縞を生ずる。しかし中心からの距離 x が大きくなり光路差 $l_2 - l_1 = l$ が大きくなると干渉縞は生じない。この場合干渉縞が消滅する x に対する光路差を l とすると $l/c = \tau$ として (c は光速) l を可干渉距離、 τ を可干渉時間と云う。一般の光では l が 30 cm 位であるので τ は 10^{-9} sec 程度であり、又 2 つの光源から出る光を重ね合せた場合は全然干渉しない。これは 2 つの光源から出る光が位相的に何の関連もなく random であるからである。このようなものを incoherence であると云う。これに対して、互に干渉縞を生じ、又陰りを生ずるようなものを coherence であると云い、干渉縞を生ずる現象は空間的干渉現象であるので空間的コヒーレンス (Spatial coherence), 陰りを生ずるのは時間的干渉現象を示すので、時間的コヒーレンス (Temporal coherence) と云う。今光を波動と考え 2 つの光を

$$\left. \begin{aligned} \varphi_1 &= A_1 \exp i (\omega_1 t + \delta_1) \\ \varphi_2 &= A_2 \exp i (\omega_2 t + \delta_2) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(1)$$

とし、これが重ね合せたときの強度は、

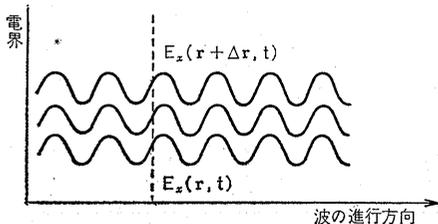
$$I = |\varphi_1 + \varphi_2|^2 = A_1^2 + A_2^2 + 2A_1 A_2 \cos \{ (\omega_1 - \omega_2)t + (\delta_1 - \delta_2) \} \dots(2)$$

となり $(\omega_1 - \omega_2)t$ が時間的コヒーレンス、 $(\delta_1 - \delta_2)$ が空間的コヒーレンスをつかさどる。(2)

又空間的コヒーレンスは、或る時間 t に於ける空間の 2 点 r および $r + \Delta r$ での各電界 (又は磁界) 成分の積の時間平均であり、例えば

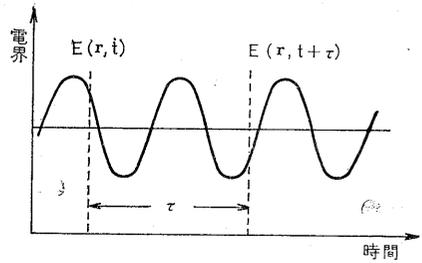
$$\overline{E_x(r, t) \cdot E_x(r + \Delta r, t)} \dots\dots\dots(3)$$

のような形の相関関数によつて表わされる。第 1.2 図のように光束の拡がり狭い場合に、通常波の進行方向に直角な波面に沿つて Δr をとると、この場合には、その面上の任意の 2 点の電磁界の振幅は互に比例しており 1 対 1 の相関を有するから完全なコヒーレンスに対応する。即ち時間の関数として考えられる波の振幅が任意の面に於ける波面上で互に高度の相関々係を示すとき空間



第 1.2 図 空間的 coherence

的コヒーレンスがあると云うことができる。



第 1.3 図 時間的 coherence

次に時間的コヒーレンスは空間の一定の位置での時間 τ だけ距つた 2 つの時刻に於ける電界の内積の時平均

$$\overline{E(r, t) \cdot E(r, t + \tau)} \dots\dots\dots(4)$$

で与えられる相関関数によつて評価される。第 1.3 図は単一周波数の場合であつて、時間的コヒーレンスの理想的な場合である。しかし周波数帯域幅が $\Delta \nu$ のスペクトルに対しては(4)式の相関の絶対値は一般に τ とともに減少するから、その絶対値が $\tau = 0$ のときの $1/e$ になる時間 τ_c を可干渉時間 (Coherence time) と云う。単一周波数の場合には τ_c は無限大となり、周波数スペクトルが拡がるにつれて τ_c は小さくなり、雑音スペクトル或は黒体輻射のように周波数に関して平坦な分布をするような波では時間的コヒーレンスは消滅してしまう。従つて $\tau_c \approx 1/\Delta \nu$ と考へて、発振スペクトルの単色性を表す帯域幅 $\Delta \nu$ を時間的コヒーレンスの目安とすることができる。

1.2 平行性

上で述べた様にコヒーレンスな光は空間的に位相が揃つておるため、回折によつて僅かに拡がるのみで、一般に鋭い指向性を有する。直径 d なる開口面を通る完全な平面波の波の波長を λ とすると、光束の拡がりは

$$\theta \approx \lambda/d \dots\dots\dots(5)$$

で与えられる。例えば $\lambda = 7,000 \text{ \AA}$ $d = 1 \text{ cm}$ とすればその拡り角は $7 \times 10^{-3} \text{ rad}$ となる、しかし、実際にはルビレーザ、ガラスレーザ等で実験してみるとこのような理想的な値とはならず $10^{-2} \sim 10^{-3} \text{ rad}$ 位が得られる。今 10^{-3} rad として焦点距離 $f = 1 \text{ cm}$ のレンズを用いてこの光を集光すると、集光の中心径 r_0 は $r_0 \approx f\theta$ より 10μ となる。更にこれを焦点距離 10 m の望遠鏡を用いて風に送つてみると、

$$\begin{aligned} \Delta \theta &= r_0/f = 10 \times 10^{-6}/10 \\ &= 10 \times 10^{-7} \text{ rad} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{月面に於ける径 } D &= 10 \times 10^{-7} \times 38 \times 10^4 \\ &\approx 0.4 \text{ km} \end{aligned}$$

となつてレーザ光がいかに鋭い指向性を有しておるかが

わかる。この性質を利用して宇宙間通信に応用されようとしている。

1.3 エネルギー密度及び電磁界強度

直径 d のレンズの開口面を一様に照らすコヒーレントな光は第 1.4 図 (a), (b) のように焦点距離 f にある衝立上に同心円状の回折回形を作ることが知られている。これを Airy disk と云うが、その光の強度分布は

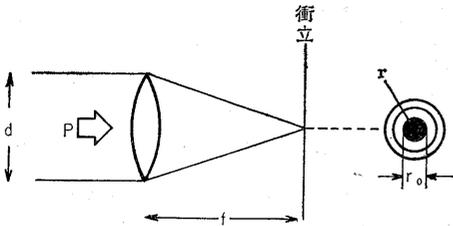
$$I(r) = I_0 \left[\frac{2J_1(\pi dr/\lambda f)}{\pi dr/\lambda f} \right]^{2(3)} \dots\dots\dots (6)$$

- J_1 : 第 1 種ベッセル関数
- r : 焦点からの距離
- I_0 : 焦点に於ける中心強度
- I_0 : $\pi d^2 P / \lambda^2 f^2$
- P : 光束のエネルギー

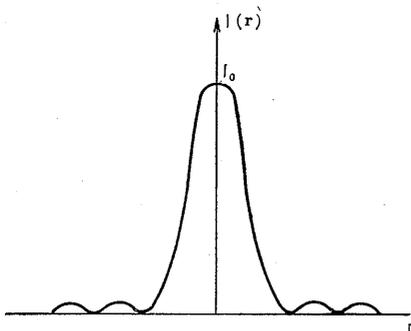
与えられるので Airy disk の中心の最も輝度の高い部分の直径 r_0 は(6)式から $J_1(\pi dr/\lambda f) = 0$ の最小の根を求めると

$$\begin{aligned} \pi dr_0 / \lambda f &= 3.8318 \\ \therefore r_0 &\doteq \lambda f / d \\ \text{or } r_0 &\doteq f \theta \end{aligned} \dots\dots\dots (7)$$

例えば $d/f = 2$ のレンズを用いて $7,000\text{\AA}$ の光を集光すると $r_0 \doteq 1.4\mu$ となる。又今日ルビレーザーの光力は数 100MW であると報告されているから、出力 100MW とし上例よりエネルギー密度を計算してみれば、



第 1.4 図(a) Airy disk



第 1.4 図(b) 集光されたコヒーレント光の強度分布

$$\frac{10^8}{\left(\frac{1.4}{2} \times 10^{-6}\right)^2 \pi} \doteq 10^{30} \text{w/m}^2$$

というエネルギー密度となる。因に太陽表面のエネルギー密度は 10^8w/cm^2 と云うからそのエネルギー密度たるや莫大なものである。これは現在の電子ビームに代つて加工に応用されようとしている。

$$\left. \begin{aligned} E &= \sqrt{\xi I} \\ H &= \sqrt{1/\xi E} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (8)$$

ξ : μ/ϵ : 空気の場合には 120π

I : エネルギー密度

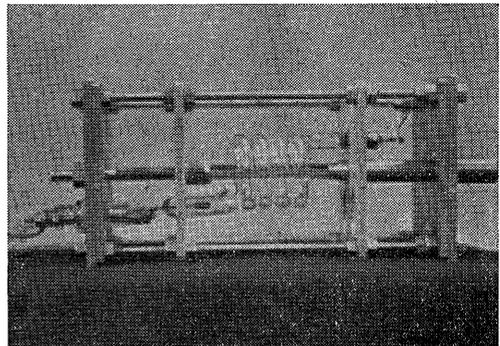
であるので、前例を用いると $E \doteq 2 \times 10^{14} \text{v/m}$ となる。

2. レーザの種類及波長

現在開発されているレーザーは主として固体レーザー、ガスレーザー、半導体レーザーの 3 種に大別される。

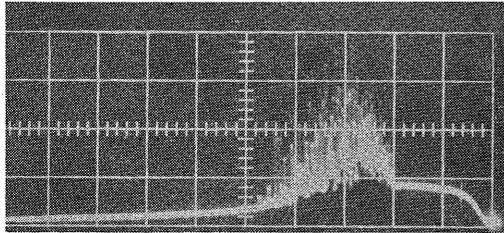
2.1 固体レーザー

固体レーザーは均一結晶中に活性体と云われるレーザー作用を行うイオン（現在レーザー作用を行うイオンは、次のようなものである。クローム Cr^{3+} 、サンリウム Sm^{2+} 、イテルビウム Yb^{3+} 、ネオデイミウム Nd^{3+} 、ツリウム Tm^{3+} 、ホルミウム Ho^{3+} 、ジスプロシウム Dy^{2+} 、ウラン U^{3+} 、ユーロピウム Eu^{3+} ）を dope したものを円柱状のロッドに切出し、両端を平行平面（平行度数秒、平面度波長の数分の 1）に仕上げ、これに銀又は誘電体多層膜をコーティングして一面は反射率 100%、他面は透過率数%として、この面からレーザー光を取出している。このようなロッドをクセノン管の放電による光で粒子を励起してレーザー作用を起させるのが普通である。固体レーザーの特徴は出力強度が高く、尖頭出力が $10^4 \sim 10^8 \text{W}$ 得られ、更に Giant pulse によれば数百 MW の出力が得られている。しかし欠点としては励起 power が数百ジュール及至数千ジュールの high energy を要するが、



第 2.1 図 固体レーザー装置

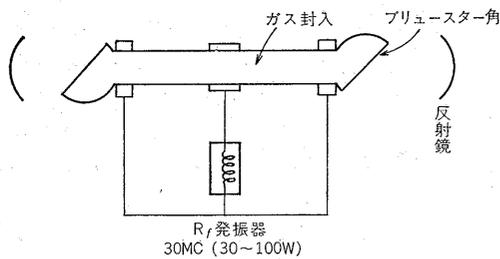
出力は数ジュールであつて効率は非常に悪い。又このような励起状況から連続発振が困難である。固体レーザー装置の一例を第 2.1 図に示し。又このルビーレーザーより発振した波形を第 2.2 図に示す。



第 2.2 図 ルビーレーザー発振波形
横軸 0.1ms/cm Detector KCA 7102
photomulti plier

2.2 ガスレーザー

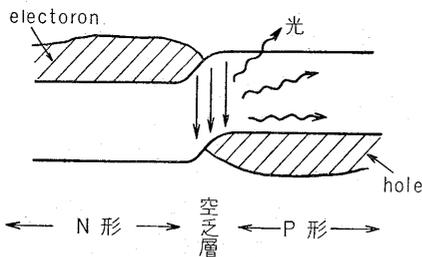
第 2.3 図のような tube に活性体であるガス (He-Ne, Ne-O₂, Kr, Xe, He-Xe 等) を封入してガス放電により負温度状態を実現させる。ガスレーザーの特徴は連続発振が可能であり、単色性、指向性等コヒーレンスがすぐれておるばかりでなく、更に得られる波長も広範囲に及んでいるが出力は固体レーザーに較べて 3 桁程小さい。



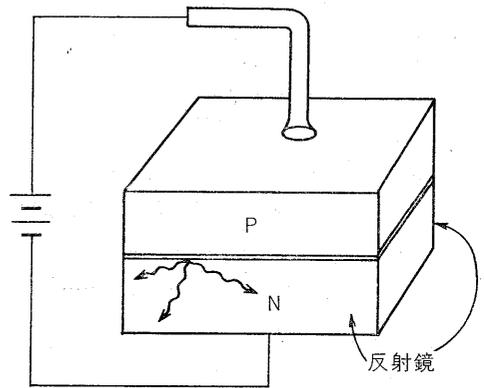
第 2.3 図

2.3 半導体レーザー

第 2.4 図のような半導体の P-N 接合の伝導体に電子を、価電子帯に正孔を過剰に注入すると接合部で電子と



第 2.4 図

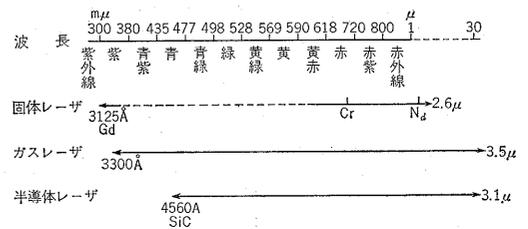


第 2.5 図

正孔が直接再結合遷移を起して (Phonon の放出を伴わないで、光子のみが関与する遷移) 光を放出する。現在 GaAs, Sic, InAs, Ga (As_{1-x} · Px) (Ga_{1-x} · In) As 等の発振が報告されているが、実際の構成は第 2.5 図の様で、相対する 2 面に反射膜をコーティングして誘導放出を起している。これは 10⁸~10⁴A/cm² 程度の大電流を流すだけで発振するので、パルスでも CW, 何れでもレーザー作用が起り、超小形になり、しかも理論的には変換効率が 100% である、又電流を制御することによって光の変調も容易である等の利点があるが、一方出力が小さく、コヒーレンスが悪いのが欠点である。

2.4 波長領域

上述の 3 種類について現在得られている波長領域を示すと第 2.6 図のようになる。この中で点線の部分は未だ



第 2.6 図

発振を見ない領域であり、実線の部分でもこの中の総べの領域で得られているわけではない。

3 航海に於けるレーザーの応用

上に述べたようなレーザー光の特徴を利用して航海上どのような応用が考えられるか検討してみよう。

3.1 レーダ

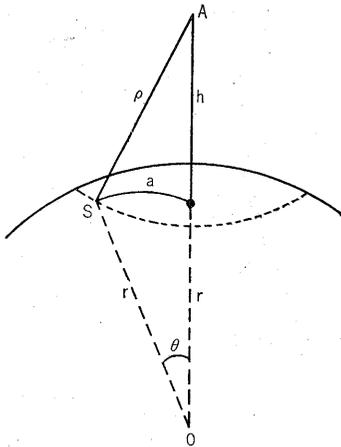
1) パルスレーダ

パルスレーダでは
 最大探知距離 $R_{max} \propto \lambda^{-\frac{1}{2}}$
 方位分解能 $\theta \propto \lambda$
 λ : 波長

という関係があるので、電波に較べて極度に波長の短いレーザは非常に有利となり精密測定用レーダとして有望である。このような精密レーダは近距離での他船との衝突予防用、着岸用として自動化方式で採用される可能性を含んでいる。が又レーダとして使用する場合は伝播に於ける波長と吸収との問題が充分研究されなければならない。パルスレーダについては既に D. A. Buddenhagen 等が実験を行い⁽⁹⁾良好な成績を納めている。

2) 人工衛星用レーダ

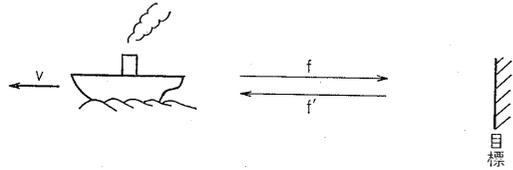
人工衛星を用いて船位を出すことは船舶の自動化の上に大いに貢献するところがあるので現在各国で航海衛星の研究が行われているが、航海衛星が実現した場合、船位測定の一方法として衛星迄の距離 p が判れば、第3.1図に於て、 h, r, p より θ が計算でき、又 $r \times \theta$ から天体の地位から船までの距離 a が計算できるので船位が求まることになる。(O: 地球の中心, r : 地球の半径, h :



第3.1図

人工衛星の高さ, A: 人工衛星, S: 自船) この方法では h, p は相当正確に測定しなければならないので精密レーダを要することになり、この点に於てレーザレーダは要求に合うものと思われる。(しかしレーザは既述の如く指向性が非常に鋭いので衛星を捕捉することが困難と思われるので探査用マイクロ波レーダと併用しなければならないかも知れない。現に米国 NASA の宇宙研究用人工衛星 S66は追尾用レーダとしてレーザレーダを用いるために、表面にモザイク状の光のコーナリフレクタをつけてあると云われる。⁽⁶⁾

3) ドップラーレーダ



第3.2図

第3.2図のように船速 v , 発信周波数 f , 受信周波数 f' , 光速 c とすると、

$$f' = \frac{c+v}{c-v} f \dots\dots\dots(9)$$

$$f_a = f' \sim f = \frac{2v}{c-v} f$$

$c \gg v$ とすると

$$f_a = \frac{2v}{c} f = \frac{2v}{\lambda} \dots\dots\dots(10)$$

これより λ が非常に小さければ f_a は大となり測定精度も上るので、 v の僅かの移動量でも測定可能となる。レーザをこの方法に用いると蝸牛の移動など検知できると云われ、船舶の着岸時に於ける船体運動を知る計器となり得る可能性がある。

3.2 水中レーダと水中通信

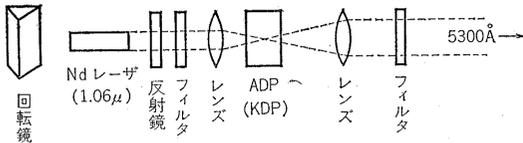
現在の超音波方式のソナーは測深儀として垂直方向の測距としては有能であるが、水平ソナーとしては音波の屈折の問題があるので水中レーダ方式を考えると実用性に難点がある。しかし今迄は超音波に代つて水中を伝播するものは考えられなかった。電波も、光も、一般に横波は水中では非常に減衰が大きく、水中で横波を使用する方法は最も下手な方法であることが常識とされている。しかしレーザのような強力なコヒーレントな光が出現すれば例え下手な方法ではあつても、或る程度の光達距離は得られ、水中レーダ或は水中通信用としての望みは出てくる。第3.1表からも判るようにその波長によって著しく吸収率が異なるため最も吸収の少ない波長を選ぶ必要があるが、現在固体レーザではそのような都合のよ

第3.1表 海水の光の吸収率⁽¹¹⁾

波長	Continental Slope	Sargasso Sea
4047Å	4.4%/m	2.8%/m
4359	2.8	1.0
4730	1.0	3.6
4900	1.7	2.8
5250	4.1	6.2
5970	16.6	15.2
7000	42.7	42.2
8000	85.2	86.6

い波長領域のものが開発されておらないので、他目を待

たねばならないが、実験室に於ては、 Nd^{3+} による波長 1.06μ から第 3.3 図のような方法によつて高調波を取出し、⁽⁶⁾これによつて水中に於けるコヒーレント光の伝播特性を研究してゐる現状である。米国 Trident 社では水中レーダに対して Vedar (Visible Energy Detecting And Ranging) と命名している。⁽⁷⁾

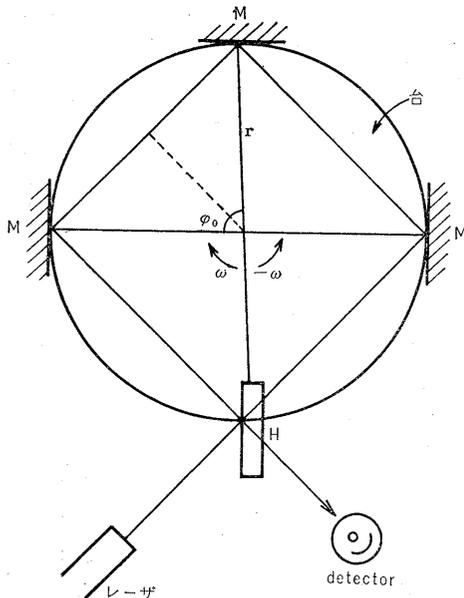


第 3.3 図 高調波の発生

水中通信の問題に関しては光達距離は直接波だけであるので水中レーダの場合より遙かに伸びるので、光の変調、復調の方法が開発されればレーザによる水中通信も可能となり、水中商船、潜水艦等により利用されることが待たれるわけである。

3.3 Rotation Sensor

光によつて回転角速度を測定する理論的方法は Sommerfeld⁽⁸⁾ によつて証明されてゐる。第 3.4 図のように円周上に鏡 M を取付け、 H のみを Half mirror とし、 H にレーザ光を当てると、レーザ光は Half mirror により反対方向に向う 2 つの光に分けられる、この状態に於て鏡を取付けた台が w の回転角速度で回転すると、右回りの光はその通過距離が違ふので、Det-



第 3.4 図

ector に到達するのに時間差ができる、この時間差を、位相或はドップラー等の方法で測定すれば w が得られる。

$$\varphi_0 = \frac{\pi}{2}$$

$$\varphi_{\pm} = \frac{\pi}{2} \pm \frac{1}{4} w \tau_{\pm} \text{ (回転しているときの見かけの角)}$$

$$c \pi_{\pm} = 4.2r \sin 1/2 \varphi_{\pm} = 8r \sin \left(\frac{\pi}{4} + \frac{w}{8} \tau_{\pm} \right) \dots \dots \dots (11)$$

$$\Delta \tau = \tau_+ - \tau_- = \frac{8r}{c} \left\{ \sin \left(\frac{\pi}{4} + \frac{w}{8} \tau_+ \right) - \sin \left(\frac{\pi}{4} - \frac{w}{8} \tau_- \right) \right\} = \frac{16r}{c} w_0 \left(\frac{\pi}{4} + \frac{w}{16} \Delta \tau \right) \sin \frac{w}{16} (\tau_+ + \tau_-) \dots \dots \dots (12)$$

$$\cos \left(\frac{\pi}{4} + \frac{w}{16} \Delta \tau \right) \approx \cos \frac{\pi}{4}$$

$$\sin \frac{w}{16} (\tau_+ - \tau_-) \approx \sin \frac{w}{8} \tau_0 = \frac{w}{8} \tau_0$$

$$\tau_0 = \frac{8r}{c} \sin \frac{\pi}{4} \text{ (回転しないときの走行時間)} \dots \dots \dots (13)$$

$$\therefore \Delta \tau = \frac{8wr^2}{c^2} \dots \dots \dots (14)$$

τ_+ , τ_- : 右回り, 左回りに要する時間

このような角速度計でどれ程の角速度を測ることができると計算してみると、⁽⁹⁾パルスの delay time の測定誤差は次式で示される。

$$\Delta t^2 = \frac{1}{2} \frac{Pn}{(2\pi f)^2 Ps} \text{ }^{(10)} \dots \dots \dots (15)$$

Pn : レシーバ雑音電力

Ps : 信号電力

f : 中心周波数

(14)式と(15)式に於て $\Delta \tau = \Delta t$,

$w = w \text{ min}$ とおくと

$$w \text{ min} = \frac{c^2}{16\pi r^2 f \sqrt{2Ps/Pn}} \dots \dots \dots (16)$$

1 例として $r = 1 \text{ m}$ $f = 3 \times 10^{14} \text{ CPS} (\lambda = 1 \mu)$ について計算してみると第 3.2 表のようになつて、非常に遅い回転角速度迄測定できることになり、非常に精度のよいチャイロコンパスとなる可能性がある。

第 3.2 表

Ps/Pn (db)	$w \text{ min}$ (deg/sec)	$w \text{ min}$ (deg/hour)	$w \text{ min}$ (deg/day)
0	242.5		
40	2.42		
80	2.42×10^{-2}	87	
120		0.87	20.9
160		8.7×10^{-3}	0.209

おわりに

以上レーザの性質について述べ、この性質を利用して航海に如何にレーザを応用し得るか検討を試みたが、はじめに述べた様にレーザ出現以来日も浅く、未だレーザ自体に於ても未知の分野が多く基礎的実験の段階であつて、今後の研究に待たねばならないが、その応用分野に至つては全くの白紙であつて、各方面で実用面への努力が払われている実情である。しかしレーザ光の多くの利点は画期的な特性を与えているので、レーザ装置が実用面に現れてくる日は間近に迫つているものと思われる。その日のために本文が皆様の知識に何らかプラスするものがあれば幸いです。最後にレーザ研究に当り常に御指導頂いておる東京大学柳井久義教授に感謝致します。

文 献

- (1) 飯島幸人 “Laser による測距装置” 電波航法第4号
- (2) 久保田広 “光の Coherency について” 光学技術者

のためのレーザ。

- (3) 稲場文男 “レーザとその材料” 量子エレクトロニクス (電気通信学会編)
- (4) 三戸左内 “レーザ12講” 電子工業, 1, 1964
- (5) D. A. Buddenhagen et al “An experimental laser ranging system” IRE. conv. Record, 1961
- (6) Henry. H. Plotkin “The S66 laser satellite tracking experiment” 3rd International conf. on Quantum electronics. Feb. 13, 1963, Paris
- (7) Leon. H. Dulberger “Will the laser succeed sonar for under sea electronics?” electrums June. 9, 1961
- (8) Sommerfeld “Optics”
- (9) “On the minimum detectable rotation rate for a laser rotation sensor” IEEE. June 1963
- (10) A. J. Mallinckrodt, T. E. Sollenberger “Optimum pulse-time determination” IRE trans. vol IT 3. mar. 1954
- (11) 佐々木忠義 “集漁灯”

「レーダ航法」について

* 東京商船大学 茂 在 寅 男

About the Training for "Radar Navigation".

by

* Tokyo University of Mercantile Marine, Torao MOZAI

Summary

There are many problems about "Radar Navigation Training" in Japan.

(1) The radar operators must pass the national examination for the licence of radar operator now; it tests only for the regulation about electric wave, but for the intellectual use of radar for navigation.

(2) Most of navigators were trained about radar using in the schools, if they are the graduates of regular navigational schools; but there are many other navigators, especially in fishing boats, who were not educated at the navigational schools, and not trained regularly about how to use the radar. So, it is recommendable to open the radar training course for them and those who want to be trained about radar navigation, as soon as we can.

(3) It is also recommendable to make them one by rationalization, the national examinations for the licenses of navigators and the license of radar operator which regulated by the electric wave regulation.

The author wants to indicate the direction of the courses for radar training, which will be opened in future by the recommendation of the author and his group. Also, the author introduced many training courses in abroad, and instructed especially about an example of teaching material of "Radar and Collision Prevention" in the Radar Plotting Manual (H.O. Pub. No.257. U.S. Navy H.O.)

まえがき

筆者は過去数回にわたつて、本研究会総会において

「各国における海上電子航法技術の訓練状況について」(1963. 3. 25) 報告し、また「航海士に対するレーダ技術訓練の内容に関する検討」(1963. 11. 19) などを行ない、更に「日本におけるレーダ航法訓練の有り方」(1964. 1. 24) などについて原案を示し提案を行なつた。

先ずそれらの要点について述べれば次の様なものである。

1960年のロンドンにおける「海上人命安全条約」中 ANNEX—D No. 39 においては、各国が航行援助施設(レーダなど)について船長、士官、船員の教育、訓練にあらゆる実行可能な措置を講ずべきであることを勧告し、ANNEX—D No. 45. F—2 には、甲板士官がレーダの使用について適当な教育を受け、その習熟度が試験されるべきであることを提案している。

これに対しわが日本における現状は、電波法による特殊無線技師「レーダ」の国家試験を受けるのは普通であるが、海上技術者としてのレーダ利用に関する資格獲得などの制度もなければ強制もない。レーダ機器それ自身の単にスイッチを操作して使用する能力を要求しているだけで、「レーダを如何に航海術上に利用するか。レーダを利用して如何にして衝突防止をするか。レーダの映像上の誤差はどんな影響を持つか」などの運用上の能力を要求しているものではない。すなわち前述の勧告に対して何らその要求を満たすものではない。日本はこれではよいのかという問題が第一に生ずる処である。

これに対し英国では、海技免状の二等航海士の試験に合格しても、更に「2週間のレーダ・オブザーバー・コースを受講して、レーダ映像を利用した運用の技術を修得し、レーダ観測員熟練免状を取得しなければ、二等航海士の免状は有効にならない」と運輸省令によつて規定されている。すなわち、レーダ観測技術資格を取るとは強制となつている。

* 住所 東京都江東区深川越中島2丁目2番地
Address: Fakagawa, Tokyo, Japan

米国においては、1959年1月1日より、U. S. 沿岸防備隊は、商船乗組航海士免状を使つて取ろうとする受験者、および更に上級免状を取ろうとする受験者に対して、「レーダ観測者」としての合格証明書を獲得することを要求することにきまつた。

その他の国においても、レーダの使用訓練については、非常に熱心に行なわれている。しかるに我が日本においては、意外にも、官庁、船会社、船員のすべてが、こうした基本的なレーダ訓練に熱意を示していない。その理由はなぜか。それは次の様な事が考えられる。

(1) レーダは、これらの知的使用法の訓練を受けていない人にも、或る程度の利便を与えるので、多くの使用者は、その程度で充分レーダを使いこなしているものと誤信していること。

(2) 日本はこの方面の指導者を国際会議に送ることをしないため、各国のこれに対する努力と熱意の現状が、身近かなものとして感じられないので、結果として日本におけるレーダ使用訓練に真に力を入れる者が現われず制度の上でも何らこの問題が考えられていないこと。

(3) ドイツやイギリスなどにおいては、レーダ利用技術の拙劣から生じた海難を、統計的に示す努力が払われているが、わが国においてはこうした事もなされていないため、関係者はその重要性をそれ程認識しないこと。

(4) レーダ関係の事項は、若干たりとも電子工学的知識を伴ふ必要があるため、海技試験関係官も、こうした訓練などの問題に余り触れようとししないのではないかと思われる節があること。

(5) レーダ観測技術訓練と何等関係のない特殊無線技士試験があるため、これによつて、同訓練は代行されたかの如くに錯覚させられていること。

などの理由が挙げられる。そこで本会としては、現在海難防止協会と協力して、筆者原案のもとに、次の様な公開講座の開設について検討を加えている。その概要を述べれば、

- (a) 非強制、希望受講の形式による有料公開講座とする。
- (b) 講義授業のみでなく、必ず実技指導を伴ふ。
- (c) 正規の学校卒業者以外の者を対象とするが、勿論受講希望の卒業者も受け入れる。
- (d) 講座の開講は各所別々としても、標準教科書による同一水準講座とする。
- (e) 講座修了者には修了証書を与える。

なお講座の種類としては次の様なものを考えている。

(1) Aコース

レーダ、ロラン、方探の初級使用者の講習で、商船大

学、水産大学、商船高校、電波高校、教育態勢の整っている会社などで広く行なう。電波法による技術試験（レーダ）合格の水準の教育を含み、取扱者としての基本的教育を、レーダ並にロランおよび方探について、約10日間にわたつて行なう。

(2) Bコース

レーダ、ロラン、方探の保守講座で、例えば電気通信大学、教育態勢の整つた会社などで行なう。海上における同機器に対する保守者としての必要な知識について教育をするもので、実技に相当力を入れ、受講者には既に充分なる無線知識を持つている者を対象とし、3週間程度の講習を考えている。

(3) Cコース

レーダのシミュレータ・コースで、レーダシミュレータを有する商船大学、水産大学などで行なう。電波航法と海難防止とを中心として教育訓練し、電波航法装置の知的利用法を修得せしめるため、1週間程度の期間を講習する。

なお実施の中心はどこになるかは将来の問題としても、これに関連を持つ教場、講師などの確保、教材の整備などについては、関係団体の協力があつて始めて効果があがる事であるので、識者の御協力を望むものである。

以上がこれに関する現在までの概略報告であるが、次に、レーダと衝突回避に関して、アメリカは如何なる考えを基礎として、どの様に海上技術者を指導しているか、その教材の一つである“Radar Plotting Manual” (H. O. Pub. No. 257, U. S. Navy Hydrographic Office, 1960) の内容を中心として次に紹介しようとするものである。

参考として頂ければ幸である。

「レーダと衝突回避」の序文

適当にレーダが使用されれば、これは衝突回避のため貴重な助けとなる。しかしこれに関係ある乗員の一部に、レーダで何をすることが出来るのか、そして何をすることが出来ないのかを完璧に理解していない者が若しあるならば、そのことはレーダが役に立たなくなつた以上に悪い結果となるであろう。その事は実際に衝突の危険の原因となるのである。レーダ使用船の衝突事故は作り話ではないのである。レーダの能力の限界に対する理解の不足から不適當な処置を取り、若しレーダが使用されていなかつたら起らなかつたであろうところの衝突をもたらすという例は、決して一度や二度の問題ではない

のである。

レーダは相手に対する「現在の」距離と、「現在の」方向をその瞬間に示すものでしかないということ、われわれは心に銘じておかなければならない。その相手なるものが、船であるか、他の動く目標物であるかもわからないし、あるいは又、船であるとしても一般にはその針路も速力も、その状態も直接的には指示しない。そしてその大きさについても型についても、信頼出来る情報を提供してくれるものではない。相手船の針路の変更や速力の変更も直ちに指示するものでもない。それは又、相手船がどうしようとしているかを示すこともしないばかりでなく、こうしようとするらしいということさえ示すものではない。なぜなれば、相手船がレーダ装備船であるかどうかを知る手掛りもなければ、又、相手船の船橋の人達が、本船の人達と同様な状態で行動していると判断することもできないし、相手船が本船の存在に対して警戒しているかどうかさえ解らないのであるから、レーダは、簡単にいえば、眼で相手を見る装置ではないということである。

レーダは、相手の現在という瞬間の距離と方位とを示すだけのものである。「それ自身では、衝突を回避するためには、相対的にいつて極めて僅かの価値しかない情報である」更に追加された情報の補充によって、適当なるプロットをなし、充分な時間内に知的行動がこれに続けられるならば、外洋における総てのレーダ装備船間の衝突は、事実上避けることが出来る筈である。

海上における衝突に関しては、少くとも4つのはつきりした状況に分類して考えることができる。

1. 視界良好。
2. 視界不良、相手船の映像なし。
3. 視界不良、遠距離に船の映像あり。
4. 視界不良、近距離に船の映像あり。

視界良好の場合においては、両船の関係は、視認によつて明瞭に判定されることで問題はない。経験ある観測者は遠距離に良く見える船を単に認めるだけで得られる以上の情報を得ることができる。彼は、相手船の本船に対する関係位置を直ちに判定することが出来る。これはたとえ大まかであるとしても、方位と距離とを示すものである。日中においては船体とマストの様子から、又、夜間ならば灯火の様子から、相手船の針路を知り、相手船から見た本船の相対方位も判断することが出来る。船首波と船型の知識からして、船の速力も判断することができよう。相手船を数分間監視することによつて、相手船が自船のどちら側を通過するか、また、衝突のおそれがあるかないかについて、より正確な推測をなすことができる。衝突予防法のどの条項が適用されるか、それに

よつて彼には何をすることが要求され、また相手船は何をすることが要求されるかが解る。状況の解析は、一般に両船において同様である。相手船の向きと、針路変更の量とは、直ちに、2本のマストまたは2つの灯火配列の開きが大きくなるか小さくなるかによつて、瞬間的に見とどけることができる。こうした状況下においては、レーダは衝突予防には必要はないが、役にたつ補助装置としての役は果し得る。

視界不良の期間には、如何なる方向においても、相手船は危険な程接近するまで発見することが出来ないか、または発見困難となる。この場合、若しレーダを比較的遠距離スケールにしているのに、画面上に相手船の映像が認められなければ、先ず先ず急速に衝突の危険が迫るとは考えられない。1つまたはそれ以上の映像が、未だ相当な距離遠くに見える間に、レーダ情報は CPA (Closest points of approach—最接近点) と、相手船の針路速力を判定するために使われるべきである。この情報は視界良好なときの様に、一見して解るというものではないけれども、この時期においては、衝突を避けるための行動を取り得る充分な時間を持てる筈である。この範囲を接近区域 (Approach zone) と呼ぶことが出来る。

或る距離まで接近して来ると、相手船が目で見えるかまたはその霧中信号が聞かれる様になつて来る。この様な近距離では、衝突はもはや避け得られないという事態も起り得る。この区域では、レーダは相手船の現在の位置を示すことはできるが、この期におよんで回避行動をどうするかということ、レーダ情報から決定しようとしても、それは殆んどあるいは全く役に立つものではなく、衝突の脅迫は目の前にせまつている。この区域においては、衝突を避けるためには、急激な、荒療治的な行動が必要であつて、この範囲を衝突区域 (Collision zone) と呼ぶことができる。

その衝突区域の半径は、状況によつて変化する。それは大部分、各船個々の操縦性能によつてきまるものであるレーダによるのであるから、単なる距離と方位との情報を、より役に立つ針路、速力および CPA に直す時間などが必要であるから、それらを含む時間の遅れというものもあるので、衝突区域の半径は、視界が悪くなるに応じて大きくなるものである。一般的法則として、この半径は3海里よりも小さいと考えることは殆んど出来ない。4海里またはそれ以上と考える方が實際的である。

レーダを使う時には

視界良好の間には、たといレーダが衝突予防のためには必要でないとしても、有効に使用できるものである。

数分間の観測によるレーダ情報を得、簡単なプロットをするだけで、誰でも CPA や、相手船の正確な針路速力の情報を判定することができるからである。両船が何等かの処置を取つて後、それがどの様に CPA に影響を与えたかということは、すぐその後の観測で相当正確に判定できるものである。

おそらく、視界良好な時こそ、レーダ使用技術の向上と、その信頼感増大のために、非常に大事な機会であるといえるであろう。誰でも、視界良好の間にプロット作業を実習すれば、その結果を目で見た状況と比較しチェックできるので、こんどは視界不良のときに、彼のレーダから何を期待できるかについて、信頼ある判断が出来ることになるであろう。若し眼で見てチェックする者が、レーダ観測者以外の誰かであれば、レーダによる結果は、相手船を眼で観測したことに影響されることがないであろう。また、その補佐をした人は、レーダ観測者からの報告で、どの程度の信頼がおけるものであるかが解るであろう。

視界良好の間には、他船が見える時、間歇的にレーダを使用すれば充分である。若しかしてどの方向かにおいて視界が悪くなり、視認距離が衝突区域を越えてはいるが短くなつたときは、継続的なレーダ直直が望ましい。それには、他の義務が無くレーダ監視だけに専念できる当直員がいる事が望ましい。実際に1つ以上の目標物が現われた場合など、1人のレーダ監視者と、他の1人のプロット作業者がチーム・ワークできるならば、これは最も効果的である。

「衝突防止の点において、レーダの果たす最大の役目というものは、他船をして衝突区域内に入れない事である」一度他船がこの区域内に入つて来てから、それが外へ出る様にするというやり方は、上の場合と比較して、その価値が劣るものであることを知らねばならない。

レーダを如何に使用すべきか

船にレーダが単に設備されているというだけでは、船舶の安全というためには何の役にも立たない。レーダは魔よけではないのである。レーダというものは、よく作動する状態に保たれ、しかも有能な観測者によつて使用されなければならないのである。それ自体の本来の保守というものは重要である。信頼し得べき情報を得るために、何か具合の悪い最初の兆候が現われたときに、直ちに装置のチェックをしなければならない。「信頼のできない情報は、情報の無いよりなお悪いことを知るべきである。」レーダセットは良く作動する状態にあるばかりでなく、本来の調整が完璧に行なわれていなければならない。

レーダの知的使用法をしばしば行うことによつて、観測者はレーダの特殊使用法に馴れることができる。彼は又、状況に応じた最良のスケールを選ぶことに馴れる。又、変化する状況下において、映像から最高の情報を得る様に制御装置の使いわけに馴れることになる。正確な、また時宜を得た映像判読にも熟練する。自船の一部または他船、または他の障害物などの反射現象などによる異常反響などの発見や、船内の構造物とアンテナとの関係などから生ずる扇形陰影部などや、降雪や寒冷前線からの反響、サイド・ローブによる偽像、海面反射、妨害電波など、熟練した監視者によれば総て区別できるものである。正確な判読をするためには、時々ヒヨイと覗き見る様なやり方は一般に不適当である。継続的な観測こそ重要である。出来るならば、距離と方位は、正確な時間にしかもできるだけ同じ時間々隔で取るべきである。

たとえレーダ・セットが良い状態で作動していても、適当な調整であつても、熟練した観測者をつけておいたとしても、ある瞬間の指示からだけでは、目標物の現在の距離と、現在の方位しか得られないものである事は銘記しておかなければならない相手船の CPA と、その針路速力を判定すること、および両船が取る行動の効果を知らるためには、適当なるプロットイングが必要とされる。しかしながらレーダの使用によつて、その人の他の当直義務をさまたげる様な結果になつてはならない。例えば視力をもつてする適当な見張りの継続などは、やめてしまつてはならない。

判 断

ここでいう「判断」(Appreciation) というのは、両船のおかれている関係をつかむ事を意味している。目標物の距離と方位の単なる観測または、レーダ・スコープ上の船の映像の動きを見守るだけでは、両船の関係判断にはならない。単にこれだけの情報では、誰だつて両船の相対運動や、実際の運動情況を知ることはできない。方位にしても、それがたとえどんどん変化率を増大して行く場合であつたとしても、上の方式だけでは、衝突の危険なしと断ずるには適当とはいえない。相対運動、相手船の実際の針路速力、CPA および相手船から見た自船の相対方位を知る必要がある。この情報のうちの1部でもわからない時は、誰でも或る部分は想像によつて推定しようとするであろう。しかし、確実なる資料を基礎としない推定というものは危険を伴うものである。例えば、2船が交叉する場合に、両船の相互関係を単に推定しただけで処置を取るとすれば、非常に間違えた行動というものが害易に取られ勝ちであることは当然である

う。

両船関係の判定というものは、一度結論を得たら、あと変化なく続いているものと考えべきものではない。移動している船同志の関係などについては、継続的な情報追求こそ必要である。相手船の針路速力の変更は、互の関係を変えてしまう。更に追いかけて観測すれば、最初的情勢判断を変更させることになる。両船の関係判断における誤解や誤差というものは、新情報によって発見されるのである。

レーダ・スコープに直接プロット出来る処のプロツティング・ヘッドの装置は、レーダ・セットとしては有用な附属装置である。しかし、若しもレーダから離れて別な紙上にプロツティングできるのであつたら、プロツティングそれ自体としてはその方が望ましい。というのは、記録を永久的に残す事もできるし、これによつて後程解析する事や、審判庁において自己の正当を主張する資料ともなるばかりでなく、一般にこの方が精度が高いのである。両船間関係判断において、法規の解釈上、どちらの立場と考えるべきであるかの境界線附近は、それ自体困難な問題をはらんでいる。こういう場合、僅か数度の誤差というものが、例えば両船が横切り関係にあるか追い越し関係にあるかの判定を、反対の立場で解釈する様に追い込むものである。

一般的にいつて、「船首上方表示」方式よりは「北上方表示」方式の方が、プロツティング精度を高めるものであるというのは、こうすれば本船の船首がヨーイングする場合、針路から離れた時の誤差というものが減じられるためである。しかしその反面、「船首上方表示」の場合は、両船の相対位置と相対運動の関係を知るのには容易であるという長所を持っている。

操船者は、相手船に対する行動判定においては、それが自船と同様の状態にあるものではない事を常に承知していなければならない。一般例にいつて、相手船がどんな情報を得られるのか、又その情報をどんな風に利用しているのかは本船側からは解らないのである。普通は、相手船がレーダを持っているかどうか解らないし、若し持っていたとしても、プロツティングをやっているかどうか解らない。そればかりではなく、相手船が自船に注意を向けているかどうか解らないのである。

たとえ若し、両船が相手船の判定を互に同様に行つたとしても、衝突区域内に入るという事は賢明な方法ではない。若し又、両船が衝突区域内に入つてしまつてから、針路速力を変えて、衝突を避けるための行動を取つたとしても、若しお互の情報がレーダによる距離と方位のみによつて得られておるとすれば、針路速力の変更は、直ちには相手船に認めさせる事が出来るものではない。

い。その変更が認められてから後でも、確認するためには更に余分の時間を必要とするであろう。相手船側の船長は、彼の方としても、衝突を回避するための処置が必要であると結論を出さないとも限らない。その処置なるものが、自船の取つた処置を打ち消してしまう様な形のものであつたとすると、衝突は避けられない事になるであろう。

従つて、唯一の安全手段というものは、衝突区域内に入らないよう、充分の時間の余裕を持つて事前の処置を取る事だということになる。更にその処置というものは、充分に大胆なものでなければならぬ。そして同時に充分の時間の余裕を残してすることを必要とする。その理由は、レーダの性能の限界を考えて、相手船が自船の行動を正確に判定できる様にするためである事勿論である。若しかして、針路速力に小変更をする様なことをしても、相手船から短時間にこれを確認することは全く出来ない。また、何回も小変更をする様なことをすれば、相手船に取つては、本船に対する行動判定について、全く混乱させられ、正しい結論が得られないで、すつきりした行動が取れなくなるという結果をまねく。

若しも、処置行動を早期に取ろうとするならば、相手船が充分の距離にある間に、自船の取るべき処置について決心をしなければならぬ。しかしながら、レーダが最大スケールにセットしてあるならば、小型船は全く映像として発見されないであろう。どんな時でも最高に都合の良いスケールというものは、その時その時で異るのであつて、あらゆる点で考慮した上で、状況に応じて定めなければならないが、衝突区域に自船が入らない事が必要であるとすると、スコープは相当遠距離スケールで使用していなければならない。どんなスケールが使われようとも、プロツティングをしている間にスケールを切り換えるということは、特に近距離において、正しいやり方とはいえないだろう。なぜならば、そうすることによつて、過ちのチャンスが増大するからである。又若しスケールを近距離にして使用するというと、そのスケールの最大距離内まで相手船が入らない限りは、相手船を探知できない事勿論であるから、相手船を探知したら直ちに危険を感じる事になる訳で、これらを考へて使用スケールを定めるべきである事は論をまたない。

狭水道航行の際は、近距離スケールが望ましく、またこの場合は真運動表示方式レーダが有用であるが、外洋にあつては、一般の相対運動表示方式レーダの方が有用である。

取らなければならない処置

レーダによつて衝突を防止する要点は、衝突区域内に

自船を入れない様にする事と、大胆な変針または変速の処置を早期のうち取るという2つである事を忘れてはならない。

船がスコープの最外端に探知された時から、その総てに対して、プロットイングがなされ、信頼できる情報が得られ、互に安全にかわるまでそれは続けられなければならない。

相手船の針路速力および、CPA がわかって、レーダ観測者は両船の関係を判定する。若し相手船が、衝突区域に入らないであろう事が解かれれば、あとは相手船が針路速力を保っている事を確認するだけのプロットを続ければ充分である。

若し又、相手船が衝突区域内に入つて来る様な場合には、次の処置について考える必要がある。それぞれに対する関係は別々であつて注意深い解析が必要であるが、如何なる処置を取るにしても、それは衝突予防法に相反する事のない様にする事は勿論である。

一般に、第28条の音響信号や、第17条から第27条までの航法規測は、「船舶が互に他の船舶の視野の内にある場合において」の規則であつて、衝突予防の立場におけるこれらの規則の効用は、お互に相手船との関係を了解することが先決であるので、相手船が視野の中になくときには適用されないものと解釈されている。この点、やがて相手船が視野に入った場合には、必ずや自船が権利船の立場になるであろうと推定される状態にあるとしても、互に衝突区域内に入つて来るまで、まん然とその関係を保つたまま接近するという処置は、確かに法の精神に矛盾するものではないといえるかも知れないが、賢明な方法ではない。実際のなよりよい方法は、法の力に頼らなければならない程に接近しないために、十分に早い時期において、大胆な変針変速の処置を取る事である。

相手船が自船と殆んど同時に行動を取るのには有り得る事だ。両船の夫々の行動の結果は、衝突の危険を感じる事になる場合ばかりではなしに、増大させる事も有り得るのである。相手船の行動判定について、不確かと感じた最初のチャンスに取るべき唯一の安全なる処置というものは、一般に、両船の関係がはつきりするか衝突の総ての危険が去るまで、速力を落としたり停止したりして、非常に注意しながら前進する以外に方法はない。この際相手船と無線電話などで話し合い、互の処置を了解し合つて行動するという方法は可能であろう。如何なる場合においても、「両船の関係判断において不確かである場合に、相対的に高速度で前進を続ける」ということは賢明な方法ではない。

法における「適度の速力」というものに違反しない速

力とはどの程度かという問題は、勿論各船長が夫々の自船について決定すべき問題である。しかし、自船の周囲に全然他船がない事が確かなとき、或いは接近区域には他船がいても、実際に衝突区域に他船が入つて来る事がないと確信持てる場合は、相対的に高速度でも正しいと考えるであろうし、衝突回避に役立つと思えば、無速度もまた「適度の速力」である事を忘れてはならない。両船が20海里も離れていて、互の針路がお互に相手の邪魔をしない事が解っている場合の「適度の速力」と考えられる速力をもつて、相手船との関係判断が不確かとか衝突区域に相手船が入つて来てからなどの場合にまで、そのままの速力で「適度の速力」であると主張することは無理な話である。「衝突区域内においてはレーダ所有船の安全速力は、レーダを使用していなかった船が安全速力と考えている速力よりも、寧ろ小さな速力であることが有り得る」。なぜならば、その間には、相手船を探知するのに時間的な遅れがあつて、レーダ船の方が早く警戒態勢に入る必要を感じるからである。自船の操船上のくせ、海の状況附近の交通量の濃淡、小型船に会う可能性の多少、操船海面の広さの制限、レーダの良し悪しと設備個数、および使用者の熟練度などの総てを考慮に入れて、安全速力というもののは定められなければならない。

衝突を回避するために、両船が未だ接近区域にいる間は、速力の変更よりは針路の変更の方が望ましいことを忘れてはならない。針路の変更はその効果が時間を要せずに現われることと、相手船から直ぐにそれが認められるからである。大型船になればなる程、相対的には高速度になるので、機関室が警戒態勢にあつて、連絡も短時間でなされる場合であつても、操舵による方法と比べると効果は時間がかかるものである。

操船面積のある限り、針路右転は、左転よりも一般に好ましい。しかしながら、夫々の両船の関係において、自船の最も良いとする方法は独自に見出される筈である。

スコープに現われた一つの目標のみに余りに注意を集中して、他の映像が現われた事に注意が向かないという様な事があるのは良くないこと勿論で、注意を要すべきことだ。1つより多くの目標物が同時に現われている時は、そのどれをもプロットすべきである。一般に夫々に対して別な紙にプロットをするか、たとえ同じ紙にプロットするとしても少くとも色の違う鉛筆を使うべきである。若し全部をプロットするのに充分な人手がない場合は、最も危険をはらんでいる船数艘に対してだけプロットを続けるのが最良の方法である。そうした船というのはCPAが最も短距離であるもの、および最大の相対スピードを持つているものなどである。この様な場合、他

の船に対しては相対運動線を描くに止めるのである。それさえもできないときは、他の船の映像については、自船に対する相対位置がわかる程度に、ある時間々隔をおいた位置だけを記録できるだろう。第1番に危険を感じた船の危険が去つたら直ちに、他の船の映像に対して更に注意の度を加える事が必要である。1つの船に対して取るべき手段を考える時には、その他の船に接近する様な事にならないかどうか、その効果について充分考慮を払わなければならない。若し第1の危険を避けた後において、第3の船に対して状況をかえるだけの時間の余裕がない事を発見したならば、第1の船に対して取る処置のときに、第3の船に対して障害を増大させる様にならない様な実質的な処置を取らなければならない。

狭水道や他の制限水面における手続きは、外洋における場合の手続きと異なること当然である。この場合は、プロットイングは余り意味がなく、プロットイングをするという事は、それに心を奪われて、よりさし迫つた為すべき事に対する注意が散漫になるおそれがある。この様な場合、衝突区域内には多くの船が入つて来るだろう。しかしこれに対して幾つか考えられる針路は実質的には制限され、外洋において行つた様な大きな行動を取る必要がなくなつて来る。そして実際に取り得る処置としては、大ていの場合速力の変更だけに限られる。こうした状況下においては、機関室は勿論スタンバイになつていなければならない。如何なる事態においても、得られるすべての情報から注意深い解析をして、両船が取つた手段を認知するには時間的遅延があることをも頭において、相手船に対する判断と警戒とをおこたつてはならない。

全 般

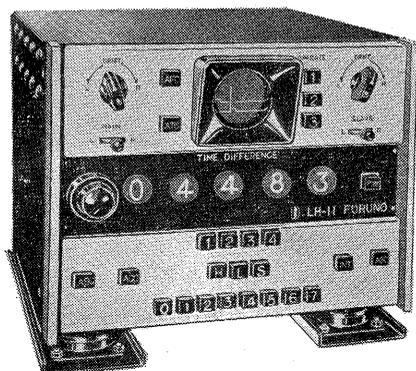
船が視界不良の中を前進する時は何時でも、一定の変らざる警戒が必要である。事故は常に平常状態で起るものではない。単純な事ではあるが、それは非常の場合、予期せざる場合において生ずるのである。正確につかむ事が出来る情報を単に推定で終らせたり、利用できる情報の裏付けによつて結論に達すべきであるのに、その情報を利用しないで結論を出したりすることが、災害をまねくのである。実際に手元に得られる資料の正確なる評価こそは、海上における安全の基本条件である。

海上で出会つた相手船に対するレーダ情報について、その距離と方位をもとにして、CPA、針路および速力を求める操作を航海士に強要しない船長は、レーダを持つていても、それを最高に活用しているとはいえない。若しまた彼が、視界良好の間に、航海士に対して以上の操作を練習する事を要求しない様では、視界不良の時に正確なる情報を得る事も出来ない結果となるであろう。要するに不断の訓練こそ必要である。

最後に、若しレーダをして、衝突防止の助けとして有効に利用しようとするならば、常に次の事を念頭におく事が必要である事を強調するものである。

1. レーダの役目を考えると、衝突区域内に他船を入れない様に利用すべきであつて、その区域内に他船を入れておいてから、それを避ける様に操船するという風に利用すべきものではない。

2. レーダ情報というものは、必ず適当なるプロットイングが伴うのでなければ、不完全な情報でしかないものである。(1964.8.31)



オートトラッキングロラン

(完全自動追尾方式)

特長

1. 自動追尾方式

一度、ロラン電波を捉えておきますとあとは船舶（航空機）が進行してもその都度測定する必要はなく、移動につれてずっと自動的に連続してロラン電波を追尾し時間差を表示しますからスイッチを切る迄いつでもその一対の局の時間を正確に表わしつゝけて行きます。

2. 自動同期方式

主局・従局とも信号がペDESTALの左端（定位置）に自動的に停止しますので一々手でパルス及ペDESTALを移動させる必要がありませんからどんな時でも早く正確に測定出来ます。（特許）

3. 電子計数方式及自動表示方式

時間差計数は電子計数方式で時間差測定値はそのまま、直ちに計数表示管がなまの数字で表します。

4. 全トランジスタ方式

全回路が完全にトランジスタ化されているため非常に小型軽量で消費電力も僅か2.4Wですからどんな小さな船にも取付けられます。

5. 機械部分がない

全て電子操作方式ですから機械部分がなく又回転式インバーターも不要です。その為雑音が皆無になり、故障の心配もなくなりました。

6. 操作が簡単

操作はスイッチで主局・従局を選び出してペDESTAL上に主・従局のパルスを乗せるだけです。あとは機械が自動的に働いて時間差が表示されます。

7. 自動電圧調整器内蔵

本体に電源及び自動電圧調整器を組込んでありますので電源電圧が変動しても機械は安定して働きます。

8. 取付及保守が容易

本機は本体、小型配電盤、アンテナ、アンテナ結合器だけで構成されていますから取付は至って簡単です。又回路はブロック毎にプリント配線され、プラグイン方式になっていますので保守も極めて容易です。

効用

1. 予定航路を確認しながら航行出来ます。
2. 同一場所へ同一航路を通ってたやすく復帰できます。
3. 底曳等の場合全く同じ航路を幾度でも繰返し曳網出来ます。
4. 魚探との併用により海底の地形も正確に知ることが出来ます。
5. 魚群探索の場合最も魚群密度の多い場所を容易に見出すことが出来ます。
6. 潮流の速さ、方向を知ることが出来ます。
7. 魚群の進行方向、速度が判別出来るので投網の判断に役立ちます。



古野電気株式会社

西宮市芦原町 85・東京都品川区五反田 1 の 4 2 3
 神戸・長崎・下関・清水・札幌・八戸・福岡・塩釜



Observation

漁業における電波計器の利用

—特に南氷洋捕鯨漁業と北洋母船式漁業—

* 大洋漁業株式会社船舶部船舶課 色川 元

Utility of Radio Navigational Instruments for Fisheries

—Fisheries of the Mothership System (Fleet Consists of One Factoryship and Her Several Fishing Boats) in the Antarctic and in the North Pacific. —

by

* Taiyo Gyogyo Kabushiki Kaisha, Hajime IROKAWA

Abstract

This paper deals with utility of the radio navigational equipments especially for the fisheries of the mothership system in the Antarctic and North Pacific.

A good many radio navigational equipments are now used by the general merchant vessels as well as by the fishing vessels for the purpose of fixing their positions and navigating them safe. Especially for the latter vessels, it is impossible to operate their fisheries without these equipments, that is, radar, loran, direction finder, DME and etc.

We owe it indeed to them that fishing industry by mothership system has so much developed as it is today.

After all, the progress of these equipments not only brings the increase of the catches, but maintains freshness and soundness of fish caught.

It is expected that in the future the fishing vessels will become much more enlarged and sail at higher speed. At the same time the said equipments will also have to be further investigated and developed.

電波計器が具体的に漁業の面で、どのように利用され、かつ貢献しているかを述べてみたい。

2. 南氷洋捕鯨漁場

母船式漁業のうち、戦前より行なわれまた一番規模も大きいのは南氷洋捕鯨である。

一つの船団の構成例を見ると

捕鯨母船	16,800トン	1隻
冷凍工船	11,000トン	2隻
仲積船	1,600トン~5,000トン	4隻
仲積兼調査船	1,000トン	1隻
タンカー	13,000トン	1隻
捕鯨船	760トン~440トン	9隻
曳鯨船	400トン	2隻
探鯨船	700トン	1隻
計	64,836トン	21隻

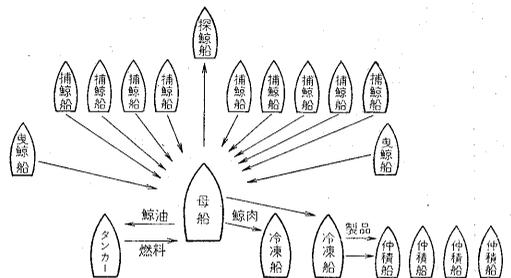
となり、船の種類も8種類、計21隻に及ぶ大船団である。

1. ま え が き

戦後、数多くの電波計器が一般商船に使われるようになり、航行の安全・船位測定に利用されている。

漁業においても漁船の運航に役立つことは言うまでもないが、単にそれだけでなく、鯨や魚群を探し、捕えるために、網を入れるために、今では全く欠かせぬものとなってきた。

特に多くの漁船から成る母船式漁業は電波計器の利用で発展してきたと言つても過言ではない。



第1図 南氷洋船団構成図

* 住所 東京都千代田区丸の内1丁目4番地 (新丸ビル)

Address: New Marunouchi Bldg., 6th floor, 4, 1-chōme, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan

これら漁船が時に散開し、また密集して鯨を求め、捕獲する。更に解剖して鯨油・鯨肉を作り、外国に輸出し、また日本に運んでくる。

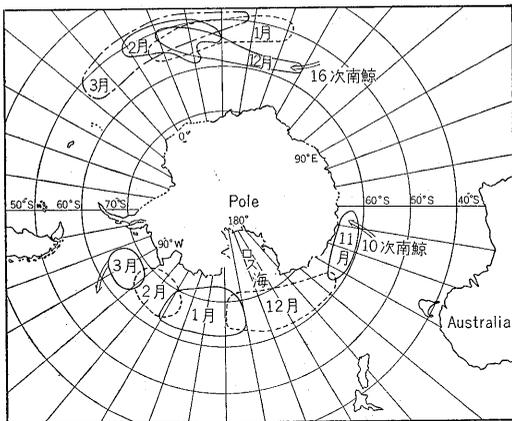
第一図は船団行動中の各船の指揮系統図の1例であり、その行動半径の幅は200海里にも及ぶものである。

2・1 南氷洋漁場の気象・海象

昭和21年に南氷洋捕鯨業が再開され、昨年まででもう既に18回も南氷洋へ出漁した。

この間に漁場は大きく変り、ロス海中心の操業から印度洋、大西洋の方に移ってきた。

これを第10次南鯨（昭和30/31年）と第16次南鯨（昭和36/37年）と比較してみると第2図のようになる。



第2図 南氷洋捕鯨漁場の推移図
日新丸船団第10次（昭和30/31年）
// 第16次（昭和36/37年）

これを見てもわかるように第10次では南緯60度から70度にかけての操業でほとんど ice pack line に沿って行なわれていた。

それが第16次では、かつて南氷洋へ行く途中に暴風圏があると怖れられていた南緯50度線が主漁場になったのである。

第一表 南氷洋の悪天候出現率（％）

	第10次南鯨 (昭和30/31年) (流水帯操業)	第16次南鯨 (昭和36/37年) (暴風圏操業)	第17次南鯨 (昭和37/38年)	
	f・fs.	風力6以上	f・fs.	風力6以上
11月	38	57	33	—
12月	37	58	26	45
1月	52	68	42	48
2月	26	46	25	57
3月	20	74	19	74

- ・ f は霧, fs は霧雪を示す。
- ・ 数字はパーセントで現わしたものである。
- ・ 風力6以上とは平均風速10m/sec以上である。

第1表は南氷洋で実際に操業した各船の気象データをまとめたものである。

終漁期の3月には一週間位時化が続くのは普通であり、この中で船団行動をし、鯨を獲ってくるのは、操船者の精神力・肉体力もさることながら優秀な電波計器の十分な利用がなされて始めてできるものである。

3. 南氷洋での電波計器

3・1 Radar

昭和23年、第2次南鯨で始めて旧帝国海軍の A-scope radar を母船及び冷凍船に装備、利用した。

次いで第5次南鯨（昭和25/26年）出漁前、大洋漁業（株）では急いで米国より取りよせた Raytheon の radar 2台を母船・錦城丸と冷凍船・第二天洋丸に装備し、P.P.I. 方式の radar を南氷洋で使いだしたのである。

そして、この radar の出現は実際に運航に当る航海士官の驚喜と共に、船団首脳部に漁場の拡大を約束してくれた。

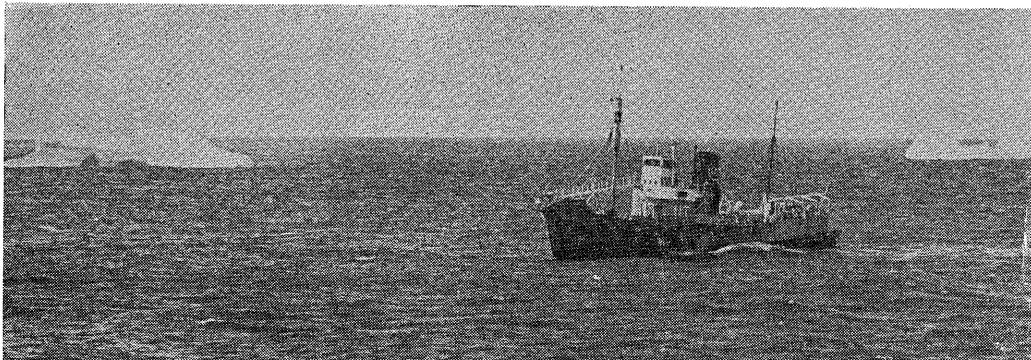
更に、翌年の第6次南鯨には全捕鯨船に RCA103型を装備し、現在母船、冷凍工船は各2台の radar を備えている。

3・1・1 Radar の操業時における役割

radar の装備により、冰山、ice pack の多い海を、たとへ霧中でも又夜間でも自由に航行できるようになり、これが操業システムをどんどん新しく変えていった。

ここに radar の操業面での利用を列記する。

- (1) 霧が濃く視界の悪い時、漁場のどの方面から霧が薄れてくるか、また視界のあるところを探すために全船を散開させることができる。
- (2) 霧の薄いところがわかると直ちに各船に連絡してその方面へ集中させ、再び操業を開始することができる。
- (3) 捕えた鯨は浮かして後述の radio buoy, corner reflector をつけておけば、視界が悪くても曳鯨船が発見することができ、早く母船へ持つていける。
- (4) 船団の霧中、夜間移動の場合、多くの他船が前後にいても超短波無線電話の連絡と共に船団内の自船の位置がわかり、警戒をしながら早く目的の漁場に移動できる。
- (5) 時化で視界が無い時、大冰山を探し、その蔭に隠れることができる。
- (6) 視界が悪くても冷凍船は母船の近くに接近して大発艇（鯨肉を母船から冷凍船を運ぶ小艇）を降下し、radar で監視しつつ安全に操業することができる。
- (7) 視界が悪い時でも、radar を利用することにより、大型船でも洋上接舷が可能である。



冰山を縫って走る捕鯨船

- (8) 群氷や冰山帯が前面にあつても、radar によりその進路を選ぶことができるので、遠廻りしないで済む。
- (9) 大冰山も海流により少しづつ移動しているので海流測定ができる。
- (10) 本船が移動中、radar で冰山を測定して速力を概算できる。

(昭和34/35年)の時に母船の radar をどのような目的に使つたかを航海士が記録、分類したのが第2表である。

この表は実際に ON の状態の時間のみなので stand by の時間も入れるとこの倍近い数字になる。

第2表によれば、西経漁場、移動操業では航行中の冰山並に群氷探索測距が49時間、126時間であるが、暴風

第2表 レーダー測定時間の分類

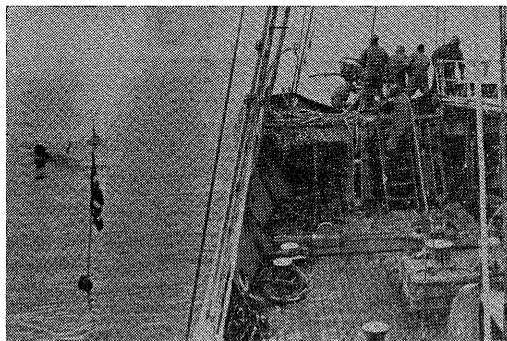
	捕鯨船よりの受鯨及定点接近等	航行中の冰山並に群氷探索測距	同行中の附属船測定	漂泊中の冰山監視並風圧流間測定	漂泊中の大発艇監視視冷凍船	浮鯨搜索	母船と別行動中の各船の測定	故障修理	総計	日数	1日平均使用時間
抹香鯨操業	時分 24—15	時分 63—59	時分 03—10	時分 12—35	時分 00—45	時分 01—50	時分 01—10	時分 02—00	時分 109—44	31	時分 03—32
暴風圏 I	55—17	19—27	06—23	06—15	03—05	04—35	14—12	01—30	110—44	19	06—50
暴風圏 II	77—35	20—35	03—12	03—30	06—04	02—25	16—05	—	129—26	30	03—41
西経漁場	19—35	49—32	03—58	07—42	00—30	00—10	01—45	—	83—12	14	05—57
移動操業	50—35	125—56	08—06	09—20	04—30	01—15	04—00	00—15	203—57	27	07—32
小計	227—17	279—29	24—49	39—22 ^上	14—54	10—15	37—12	03—45	637—03	121	05—16
百分比 %	35.68	43.87	3.90	6.18	2.34	1.61	5.84	0.58	—	—	—

暴風圏 I : 中心漁場 57° S, 95° E

暴風圏 II : 中心漁場 60° S, 150° E

3・1・2 Radar 使用時間の目的別分類
前節で radar の種々利用例を述べたが、第14次南鯨

圏 I, II では19時間、20時間と半分以下になる。逆に捕鯨船よりの受鯨及び定点接近等に要した使用時間が19~50時間から55~77時間と飛躍的に増加している点は興味ある現象である。



捕った鯨を浮かしCorner reflector, radio buoy をつけ、次の獲物に向かう。

またこれらの2目的に使用される時間の割合は全使用時間の79%となり、しかも漁船としての作業にその半分が使用されている点、商船とは著しい差があるろう。

最近のように暴風圏操業では南極流氷帯操業にくらべ夜が長くなつたため、総使用時間も増加している。

ともあれ、どんなに視界が悪くても危険物を発見し、これを避けることができる radar は南氷洋で何のものにも代えられぬ武器となつた。

3・2 DME (Distance Measurement Equipment) と方探 (方向探知機)

radar の採用によつて捕鯨船の行動半径は視界の有無にかかわらず飛躍的に増大した。

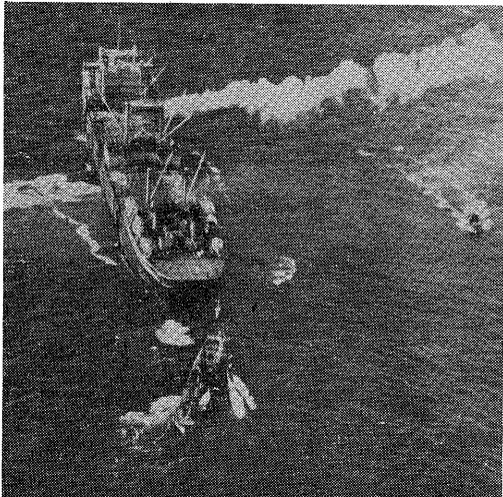
母船式漁業では常に各船相互の位置がわかつていなければならない。

電波の位相差から距離を出す DME の採用は第 7 次南鯨（昭和 27/28 年）からであるが、これによりお互いに必要な時、いつでも正確に 2 船間の距離を測定することができるようになった。

更に、方探を併用すれば、随時、相互に船位を決定できるので操業上、きわめて有用となつた。

このシステムによる操業上の利点を列記する。

- (1) 超短波無線電話や無線電信でおこなう漁場の情報交換により鯨群を発見した船があれば、たとへ 100 哩離れていたとしても確実にその方面へ向け移動できる。
- (2) 連日、悪天候または霧で船位が正確につかめなくても、離れている 2 船が会合しようと思う時、お互いの方位と距離がわかるので会合地点、時刻まで計算できるようになった。
- (3) 船団内の一隻でも天測で位置を出せたら他の船はその船からの相互位置により、ほぼ正確な船位を出すことが可能である。

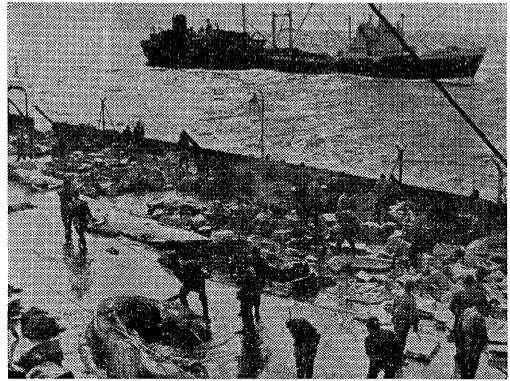


母船に鯨を渡す捕鯨船（右舷測に 2 頭見える）
右端は大発艇。

- (4) 鯨を捕獲した時、すぐ母船との距離、方位を測定しておけば、後で曳鯨船が鯨を集めにくる時目安になつて鯨の流失を防げるし、かつ作図により集鯨に要する時間も推定でき、操業の迅速を期することができる。

3.3 Radio buoy

集鯨の際、radio bouy を浮鯨（獲つた鯨は沈まぬよ



鯨解剖で忙がしい母船甲板と鯨肉を受取る為近付いてきた冷凍船。

うに空気を入れ浮かし、曳鯨船が集めて母船へ持つていく。この浮かした鯨を言う）につけておけば集鯨が容易であることは論をまたない。

以前は時化や霧等、天候の変化のために獲つた鯨の約 1% は探すことができずに貴重な漁獲物を見失うことがあつた。

第 6 次南鯨の時、日新丸船団が初めて radio buoy を浮鯨につけてテストし、良好な成績を収めた。以後、全船団に採用、流失鯨は現在、ほとんど皆無となつた。

更に radio buoy と corner reflector を浮鯨につけておくことにより、どんなに視界が悪くても迅速に浮鯨を探し当てることができ、鮮度の保持と共に曳鯨船の能率を上げるのに役立つている。

この radio buoy は南氷洋だけでなく漁網等漁具にとりつけ、漁具の流失防止にも利用されていると共に種々の漁法にとり入れられ貢献している。

4. 北洋漁業と電波計器

北洋漁業は南氷洋と異なり、対象となる魚種が多く、従つて漁法も多様にわたつている。

この漁場に日本から出漁している船団数は次のようになる。（昭和 39 年度）

捕鯨船団	3 船団
鮭鱒船団	11 "
底曳刺網船団	14 "
蟹船団	6 "
大型トロール	6 "
計	40 "

このように多くの船団を出漁させ、ソ連・米国の漁船と一緒に操業しているのである。

一船団当りの漁船数を見ても、いかに多くの漁船が出漁しているかがわかる。

第 3 表

北洋漁業船団構成と漁法 (大洋漁業 (株) の昭和39年度出漁船団)								
	捕鯨船団	隻数	鮭鱒船団	隻数	底曳刺網船団	隻数	蟹船団	隻数
構 成	捕鯨母船(11,000屯)	1	冷凍母船(7,000屯)	1	冷凍母船(11,000屯)	1	蟹工船(6,400屯)	1
	冷凍船(7,000屯)	1	独航船(85屯)	36	以東底曳船(60~85屯)	15	川崎艇(8~11屯)	10
	“(3,500屯)	1	仲積船(400~1,000屯)	3	“(120~200屯)	3	独航船(80屯)	4
	捕鯨船(400~700屯)	6	屯缶詰仲積船(1,800屯)	1	以西底曳船(75~100屯)	8	漁網運搬船(300屯)	2
	調査曳鯨船(700屯)	1	タンカー	1	トロール船(350屯)	1	仲積船(760屯)	1
	タンカー(13,000屯)	1			仲積船(700~1,500屯)	12	タンカー(1,000屯)	1
				タンカー	1			
計		11		42		41		19
対象魚	鯨		鮭 鱒		カレイ, 大鰺, タラ, エビ, ニシン, 赤魚		蟹	
漁法	ノルエー式捕鯨		浮刺網		手繰網, トロール		底刺網	
製(漁場)品	鯨油, 冷凍鯨肉, ミール, エキス		冷凍, 缶詰, 塩蔵		冷凍, ミール		缶詰	

- ・船の屯数は概数である。
- ・船団構成は一例であつてすべてがこの隻数, 屯数と言うのではない。
- ・他に底延縄漁法の船団がある。

4・1 北洋漁場の気象・海況

日本から漁場へ向かう航路と北洋漁場は世界で最も霧の多い海区である。

実際に母船の観測したデータでも霧の発生率は4割から5割あり, いかに視界の悪い日が続くかわかる。

第4表 北洋漁場の霧の発生率 (出漁母船のデータより)

	昭和37年 (%)	昭和38年 (%)
5 月	80	20
6 月	33	30
7 月	47	48
8 月	—	50
平均	46 (%)	37 (%)

南氷洋と比較すれば時化は少ないが9・10月に日本近海を通過した台風が必ずベーリング海, オホーツク海に来, 百屯未満の多い独航船には相当厳しい海況となる。

4・2 Radar

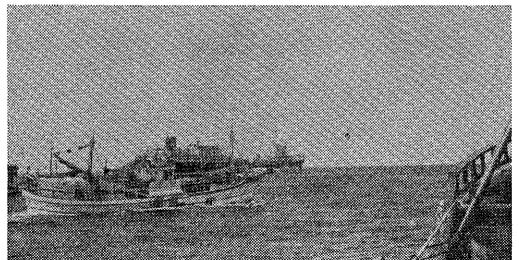
母船と附属する多くの独航船が霧中船行に radar をフルに使つて走るのは言うまでもないが, 毎日母船へ漁獲物を迅速に運び, また決められた漁区へ直行するのに方位, 距離を測定するためにも, また他船の漁網を切らないためにも, radar は絶対に必要な計器である。

この他, 実際操業面で利用する例を漁業別に列記する。

北洋捕鯨は南氷洋と同じである。

4・2・1 鮭鱒漁業

(1) 漁区の中を並列に漁網を入れるため, 指定された地点へ向かうのに独航船の正確な速力と誤差のないコースが必要であり, 母船 radar の plotter 面上に plot して計算し指示する。

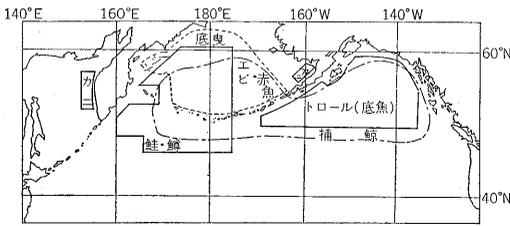


鮭鱒母船と独航船(手前), 母船船側に独航船が横付けしている。

(2) 母船は独航船との位置を注意しつつ操業に適切な位置へ移動するが漁網上の corner reflector により漁網を避けて走れる。

4・2・2 蟹漁業

(1) 漁場到着後, 他船団との境界を決め, buoy を投下していくが霧の有無にかかわらず plotter 面上に投下すべき点を plot し, 超短波無線電話で誘導して投げ入れさせる。これはソ連カムチャツカの領海



第3図 北洋に於ける母船式漁業漁場図

問題もあり極めて重要なことである。

- (2) 川崎艇(母船に搭載していき、実際に網を入れ又揚げる小艇)の投網位置を plotter 面上に plot し、その位置へ超短波電話で誘導して投網させる。揚網の場合も同様である。
- (3) かつて radar の無かつた時には霧がかかれば休漁しかなかつたが今ではどんなに視界が悪くても操業できるようになり、操業日数の短縮に役立つている。

4.3 Loran

天測のできる日が少ないため、船位はどうしても radar か loran に頼らざるをえない。

多くの船団が入り混つている中で船位が正確に出ないと他船団の漁場に入りこみ、危険であるばかりでなく、漁網を傷つけたり、日ソ協定にもとづく独航船間の投網間隔がとれず操業不能ともなる。

船位の正確を期するためには現在の loran 局(1L2, 1L3, 1L6, 1L7)ではどうにもならない。

航海士は1本でも loran による位置の線がとれれば、それと天測による位置の線とを組合せ、あるいは近くの船と位置の線の情報を交換しあい、少しでも正確な船位を出そうと努めねばならない。

日本から漁場に向かうにしても2S1, 2S2の loran 局を利用できなくなるともう船位を出すのは難しくなる。

太陽の出る日が少ない海だけに loran 網の充実が望まれるわけである

5. 漁船航海士官と電波計器

漁場は電波計器の発達に伴い、霧・冰山・時化の悪条件にも操業することが可能となつた。

このため、これら電波計器を十分に使いこなす技術と自信がないと漁船の航海士官を務めることはできない。

5.1 Radar scope 上の識別

Scope 上に表われた多くの輝点をそれぞれ冰山か捕鯨船かを識別するのは plot で簡単にできる。

しかし、その船がどのような状態にあるのかを見極め

るためには漁業を詳しく知っていないてはならない。超短波電話や無線電信で他船の位置と操業状況を知つて始めて plot も生きてくる。

船団内の各船は互いに連絡しあい、DME, 方探を使い、radar scope の各輝点が互いに何丸かを知ることは航海士の一つの大きな仕事である。

5.2 独航船、大発艇の誘導

蟹漁業の buoy 投げ入れにせよ、鮭鱒漁業の投網にせよ、母船は常に Scope を見て超短波電話で独航船を誘導せねばならない。

また、大発艇を母船、冷凍船間に走らせる時も見失わない様、監視が必要である。

これら独航船、大発艇の監視、発見のためには、捕鯨船、独航船、浮鯨や網の側にある corner reflecter, 大発艇がどの程度の海況の時なら何裡で見つけることができ、輝点はどの位の大きさであると言う事は漁船航海士の知つておかねばならぬことである。

6. これからの漁業と電波計器

電波計器の漁業への貢献は結局、漁獲の増加をもたらし、更に鮮度の保持、製品の完全処理にまでも及ぼしていると言つて過言ではない。

今後、漁船は更に大型化し、高速化される事は明らかであるが、それに伴い、高度の航行用、漁業用の電波計器が研究開発されねばならない。

6.1 故障の無い電波計器

現在、南氷洋・北洋漁場に行く各母船、冷凍工船はすべて radar を2~3台装備している。

この理由は簡単である。

もし1台しかなくて漁場故障を生じ、radar を使へない場合が絶対にあつてはならないからである。

たとへ1台が故障しても、直ちに他の1台にきりかへ、その間に故障箇所を修理するのが今のシステムである。

南氷洋捕鯨の場合、1船団1~2名の radar 専門の無線士がおり、各船の電波計器の修理に忙殺されている。

或る母船の radar 無線士の記録より抜粋すると主なものに次の様な修理があつた。

(1) radar の場合

- a) アンテナ用ドライブモーター故障。
- b) マルチメーターの \ominus 300V用シャント抵抗の値の変化。
- c) AFC不安定。
- d) 映像感度不良。
- e) Variable marker 距離指示に誤差大。
- f) CRT 高圧回路の fuse 断線。
- g) scope 上が時に一面黄色くなる。

(2) DME の場合

- a) 変調周波数の位相がずれる。
- b) 返送不能となる。

故障は原因を調べるのに時間を要し、特に各船1台しか持っていない DME の故障は操業に大きく響いてくる。

最近、2台の radar がそれぞれ波長を変へ、その特長を生かして使用されるようになってきた。

しかし、第2表の様に長い時間使用し、時化の為、船体動揺が激しいのでどうしても機械は傷む。

これらに堪へて故障の無い安心して使える電波計器の実現を願つてやまない。

加えて航海士は長時間 scope 上を看視しなければならず目が相当疲労するので目を傷めない scope ができたらと思うものである。

6.2 Decca の利用

北洋漁場を覆う霧に対し、loran 網があまりにも少ないことは4.3で述べた通りである。そして船位が正確でないと言うことは多くの漁船が操業している北洋漁場ではお互いに危険であることも述べた。

しかし、それ以上に正確な船位を出せないと言うことは漁場調査や漁撈の基礎データが成り立たない事を意味する。

すなわち、今の母船式漁業は各船が調べた気象・海況・水温・水質・プランクトン分布等、あらゆるデータの上に調査船の漁獲調査報告を加えて検討し漁場を選定している。

特に底曳漁業では、その上、水深の変化、傾斜、底質、深水層の水質、底水温等のデータが必要でこれら科学的資料により漁場を求め操業しているのである。

従つて、これらデータのもととも言うべき位置が不正確であると言うことは致命的である。

欧州北海、北大西洋の底曳漁場は今や完全な decca 網に覆われ、漁船は decca を装備して好漁場の位置をはつきりとつかみ、常にそこへ直行できる。

decca による船位の誤差が僅少である事を思う時、蟹や底曳漁業にはかり知れぬ恩恵を与へる事になる。

そうすれば、現在母船より radar で導いていたものがすべて decca により独航船や川崎艇自身が自ら行けるわけで、好漁場も投網位置も常に decca の指数で示される様になる。いうまでもなく、decca は大洋上では使用できないので4.3で述べたように loran 網の充実も切望したい。

6.3 方探の誤差

方探は漁場にあつて方位を測るに欠かせぬ計器である。radar scope 上の輝点を識別する為、DME と同様、

判断の材料となる。

更に風浪の為、radar に写りにくい radio buoy、独航船等に接近する時、方探だけが頼りになるのである。

この為、日本出帆の際、全船が方探の誤差測定を行ない、各周波数毎に誤差カーブを作製し漁場に出かける。

しかし、船の状態の変化で誤差も変るため、誤差カーブによる是正をしても誤差は残り、航海士はもうあきらめてしまつている。

近年、radio buoy も改良され、大いに利用しているがその位置を測定する器械が誤差は当り前では完全な利用とは言えない。

誤差をなくす為には現在のループアンテナでなく多くのアンテナを使用する等の案もあるが未だ決定的なものはない。

7. 結 び

実際に漁業でどのように電波計器が使用されているかを書くには小生のように未だ漁船に乗つて日も短かく浅学の身では事実荷が重かつた。

しかし、この一文が電波計器を製作研究する人達に、このように漁業に貢献し、使われているのかとゆうことを知つてもらふことができれば、また、これから船に乗組む青年が電波計器に習熟して乗船しようとする一つのきっかけにもなればこれ以上の喜びはない。

終りに、この文を書くにあたり、種々御教示頂いた東京水産大学の鈴木助教に感謝すると共に、資料を探してくださつた船舶部電波課の諸氏、整理に協力してくれた同船舶課の諸兄にお礼を述べさせていただきます。

〔参 考 文 献〕

在原 千秋：水産講座漁業篇「捕鯨業」

田中 宏：日本の水産業、大洋漁業

谷津 朝泰：南氷洋操業に於ける radar の利用及び能力と今後の問題について。

大洋漁業(株)船舶部技報 4 (1965)

大洋漁業(株)捕鯨部：各次南氷洋捕鯨操業報告

大洋漁業(株)北洋部：各次北洋鮭鱒、底曳ミール、蟹操業報告。

海上における電波航法の実情について

×大阪商船三井船舶株式会社 名 越 肇

The Actual Practice of the Electronic Navigation at Sea

by

*Mitsui O. S. K. Lines Ltd., Tsutomu NAGOSHI

Abstract

The electronic apparatuses for navigation are RADAR, LORAN, DECCA, and DIRECTION FINDER. These are used to fix the ship's position, and especially RADAR is used to avoid collision between ships in fog.

By electronic navigation, the ship's position is fixed without observing objects. But, the range of electric waves to be used is limited, so the electronic navigation could not be believed to be superior to any other navigation.

1. はし が き

現在、海上で行われている電波航法で利用されている主な計器は、Rader, Loran, Decca, 及び Direction Finderである。これらは、船位を決定するために使用され航海の安全に大なる貢献をなしている。そして、単独に用いられることもあれば、又、各種の計器を併用することもあり、又、天文航法、地文航法の assistant となることもある。

これら各種の計器のうち Loran, Decca は、Radar や Direction Finder に比し、その使用範囲が限定され、又、設備費もかかること等から、その船舶に応じて設置される。即ち Loran は、太平洋、北米方面に就航する船舶に、又 Decca は、欧州方面就航船に設置される。

Radar, や Direction Finder は、今やすべての航洋船に設置されている。

2. Rader 航法

(1) Radar の使用範囲とその目的

Rader は、水域に制限なく沿岸航行、大洋航行を問わず必要に応じていつでも使用され、最も利用価値が高い。主に、Landfall, 沿岸航海(狭小路, 河川航行

を含む)、出入港、その他霧、降雨などにより視界が制限される時など、船位を確定し、他船との衝突を防止するために使用される。

1) Landfall のときの Radar の運用

初めて陸岸に接近する場合は、目標とする陸地のどの部分が、どのような形で、何時、どの地点で Radar Scop 上に映像となつて現われるかということが問題となる。従つて、この場合は、現在の船位を推定し、若しくは決定して、目標の映像が現われる時間と距離を予測するのである。予想通りに現われれば、その映像を海図と照合し、その目標のレーダー方位、及びレーダー距離を測定して船位を決定する。

又、たとえ推定探知距離で映像を catch できたとしても、映像の岸線が一樣で変化にとぼしく、顕著な目標が得られないときは、正確な船位を求めることはできないので、映像がはつきりと判読される地点まで陸岸に接近し、船位を求めるのである。

かくして、船位が求められれば、目標となるその地点が、Radar で何マイルに映像となつて現われるかを、その形と共に海図に記入しておけばその後の航海に非常に役立つことになり、又、実際、この方法がよくとられている。

太平洋を横断して、横浜に向う場合、先ず勝浦海岸の映像が25~30マイルで catch できるが、まだこの時点では、岸線が一樣で、明確に目標を catch できず、又この附近の海域は黒潮の影響によつて、推定位置と真位置に、相当の差がみられることが多いので、Radar だけでは船位は求められない。この場合、更に陸岸に接近するか、Loran を利用して、又夜間など、灯火を確認できれば、これも利用して、Radar の映像の判読に努めるのである。

Los Angeles に向う場合は、Los Angeles 北方の Pt. Arguello や Pt. Conception を確認してから、

*住所 東京都港区赤坂一ツ木町36番地

Address : 36, Hitotsugi-cho, Akasaka, Minato-ku, Tokyo

Santa Barbara Channel を南下するのであるが、Pt. Arguello, Pt. Conception の映像は、30マイルで非常に顕著に現われるので、Radar に catch できれば、直ちに船位を求めることができる。

2) 沿岸航海中の Radar の運用

船位の決定及び他船との衝突防止に使用される。

イ 船位の決定

Radar により船位を決定する方法としては、

- ① 数個のレーダー方位によるもの
- ② 単一目標のレーダー方位とレーダー距離によるもの
- ③ 数個のレーダー距離によるもの
- ④ 視認方位とレーダー距離によるもの

があるが、実際、船では、②の方法が多く、④の方法がこれに次いでいる。レーダー方位の精度がレーダー距離の精度よりも悪いことから当然のことであろう。

ロ 衝突防止

霧中のときほどではないが、他船を初認したときの距離、他船の動静を知るのに役立つ。又、夜間など無灯の漁船の有無を知るためには、非常に有効である。最大探知距離30マイルの Radar では、大型船は17マイルから、小型船は10マイルから、又ブイ等は2~6マイルから、その映像が明確になる。

3) 出入港時の Radar の運用

他船の動静を把握すると共に、入出港、針路の決定、入港時の目標までの距離と方位、投錨地点の決定等に利用される。

4) 狭視界時の Radar の運用

霧、降雨等で視界がせぼめられた場合、沿岸、大洋を問わず、船位の確認、衝突防止のために、最大限に活用される。

海上衝突予防法第16条第1項は、「……視界が制限される状態にある場合、その時の状況に十分注意し、適度ので速力進行しなければならない」と規定しているが、「その時の状況」の判断は、Radar 情報によることが多く、この状況の判断を誤ると衝突は必至である。

一般に、大洋航海中などの場合は、Radar を定期的に発動して、他船の映像が認められなければ、霧中と雖も原速のまま航海を続けているが、沿岸航海中は、必要な程度に速力を減じ、他船の映像を catch すれば、直ちに停止するか、更に速力を減じるなどして、他船の動静に注意している。他船の動静を知るためには、plotting が必要となるが、船舶が輻そうする沿岸などでは、時間的にも距離的にも十分の余裕もなく、

plotting は余り行われていない。この場合は、他船の映像の上にカーソルと Range を合せて、その方位と距離の変化の様子をみて視認に努めるのである。

沿岸航海中は衝突の防止だけでなく、船位を求めるためにも使用される。狭視界時は、Radar 当直者が Radar による見張りに専従するため、(外地水先人は、しばしば Radar を独占する) 船位の確認が出来ず、又、霧中沿岸航行中、Radar が故障したため、操船に非常に苦心したという船長もあつたことから、現在では Radar は絶対2台は必要であると思う。

3. Loran 航法

(1) Loran の使用範囲とその目的

北太平洋全域及び北米東岸附近に於て、船位決定のために使用される。

(2) 船位決定法

- ① 2本以上の Loran line によるもの
- ② 天測による位置の線と Loran line によるものが実際には使われている。

(3) Loran 航法上の問題点

Loran は船位を求めるために使用されるのであるから、位置の線を如何にして容易に見出すかが問題となる。

陸地(局)に近いところは問題はないが、局を遠く離れた太平洋の真中では、昼間は信号を catch できず、又夜間は空間波が現われるため、信号の判読に熟練を要することになる。従つて、いきおい、Loran を等閑視し勝ちである。又事実、太平洋に於ては、Loran を使つて、是非とも船位を求めなければならないという必要に迫られることは霧中を除いては殆どなく、やはり、天測が大きな地位を占め、Loran によつて船位を求めることができても参考程度にとどめる位である。しかし、パナマ運河を過ぎて New York に直航する場合(その反対の場合もそうであるが) Cuba を過ぎる頃から、Loran line の発見が容易でその船位の程度もよく、New York に至るまで Loran のみで航海する船も多い。

4. Decca 航法

(1) Decca の使用範囲とその目的

欧州全域に於て、船位を求めるために使用される。

(2) Decca 運用の実際

Decca 指示器その他附属設備は、往船、Port Said で積込まれ、復航同じく Port Said ではずされる。

Dover 海峡に入る頃より、Decca line を求めることができるが、北海沿岸航行中は、Radar に現われた

陸地の映像の判読が殆ど困難なので、船位は、すべて Decca によつて求められている。

Decca によつて求められた船位の精度は $\frac{1}{10}$ マイル以下で、かつて、大阪商船所屬「はわい丸」が、昭和30年12月に測定した実績は次の通りである。

月 日	時 刻	天 候	風向, 風力	交叉方位による位置	Decca による位置
12. 19	M. N.	bc	SE 4	51—41.3N 1—20.6E	51—41.3N 1—20.6E
12. 20	0830	c	S 4	53—0.10N 4—21.7E	53—00.8N 4—21.5E
12. 20	1145	c	SSE 4	53—29.2N 5—18.7E	53—29.0N 5—18.6E
12. 20	Noon	c	SSE 4	53—30.1N 5—14.0E	53—30.1N 5—14.1E
12. 20	M. N.	c	SE 3	53—45.0N 9—24.1E	53—45.6N 9—24.1E
12. 23	0955	c	SE 3	53—53.0N 8—03.5E	53—52.3N 8—03.5E
12. 27	1010	bc	SE 5	53—30.5N 5—07.2E	53—30.4N 5—07.6E

しかし、port Said に於ける積卸しのとき、取扱い如何によつては、故障を生ずるおそれもあり、又、Chain の切換えが自動的に行われない等の欠点もある。

5. 無線方位測定による航法

Radar, Loran の発達によつて、Direction Finder をもつ必要は無いのではないかとの疑念もあるが、やはり、Direction Finder は必要である。

筆者自身、歐洲航路、紐育航路に就航中は、Direction Finder の必要性につき疑つていたが、南米航路船に乗船したとき、更めて、その必要性を認識した次第である。特にブラジル北岸の Belem に入港するときは、その針路を決定するためには、是非とも必要である。

Belem 港は、Amazon 河の入口の港であり、その河口は低地であるため、Radar では、余程近くまで接近しないと、映像に現われないので、(しかも、河口附近は浅瀬が多い) Radar のみの landfall は危険である。従つて Amazon 河入口近くにある Salinas の灯台の灯り及び、無線標識局の信号を頼りに、先ず、Salinas に針路を向け、灯台の灯りを視認して、更に陸地に接近、Radar によつて、距離を測定し、船位を決定するのである。

南半球各地は、Loran や Decca の設備が無いから、いきおい、Radar 及び Direction Finder にたよらざるを得ない。しかし、Direction Finder だけで船位を決定するという事は余り見られなくなつてゐる。

6. むすび

近時、電子工学の研究が盛んになつて、各種の、電波航海計器が作られ、いわゆる電波航法の航海学に於ける地位は、ますます重要になつてきている。

しかし、現状に於ては、Radar を除けば、まだまだ利用範囲は限られ、現在のところ従来の天文航法や地文航法にとつて代る時代では無さそうである。又、たとえ、すべての地域で、電波航海計器が使えとしても、高度の知識と技術を必要としないまでにならなければ、なかなか、はじめない。

位置を知ること、即ち、船位を求めることは、航海術の最も基本的で重要なことであり、それが如何に優れた器械によつたとしても器械である以上、いつかは故障も起り得ることである。

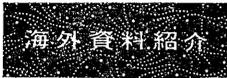
かかる見地にたてば、電波航法が、天候に関係なく船位を決定できるという優れた長所を持つていても、やはり航海学の主役たり得ないのではなからうか。

しかし、この種の研究が、今後ますます盛んになつて、やがて主役として、登場することになるであらう。航海者自身も、電波計器に対するより一層の研鑽が必要とならう。

以上

参考文献

- 大阪商船はわい丸、航海報告
- 茂佐寅男編、航海計器研究ノート第3集
- 松本吉春著、航法II—電波航法—(海文堂文庫)



Introduction of Foreign Papers

通信衛星の航行

* 東京商船大学 庄司和民 抄訳

The Navigation of A Communication Satellite

by

J. E. Clegg, The Journal of the Institute of Navigation Vol. 16 No. 2 April 1963

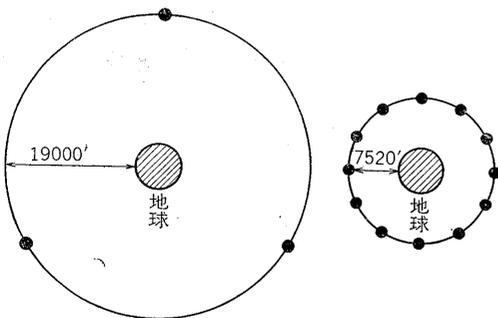
1. まえがき

大部分の人工衛星は航行を必要としないが、ある通信衛星は軌道に注入された後もその目的を達成するように多少の航行をさせられる。この論文はいろいろ提案される通信衛星の組織のうち1例として第1図のような、円軌道で24時間周期軌道の人工衛星群をつくり上げるための航行上の問題を論じている。

2. 航行上の要求

この人工衛星の航行についての要求精度は次のようである。

- (1) 12ヶの衛星の理論的間隔は30°で、その互いの間隔の公算誤差は5年の飛行の後に3°以下であること
- (2) 軌道周期は8時間であること。
- (3) 軌道面の赤道面に対する傾斜は±1°以内であること。



(1) 24時間軌道 (2) 8時間軌道

第1図 二つの人工衛星通信組織

人工衛星は殆んど正しい軌道に打上げられ、次に航行させられて正確な軌道と位置を与えられて、其の後は放置されることになるが、5年間後の位置の誤差が3°ということは、個々の人工衛星の個別の公算誤差を2°以内におさねなければならないことを意味している。このことは重要な要件で、これから他の軌道要素の必要な要素の大部分が定まって来る。5年間に2°以内ということは、周期にして

$$\frac{2}{\frac{24}{8} \times 365 \times 5 \times 360} \doteq \frac{1}{10^6}$$

10⁻⁶の精度が必要だということになる。実際はこれよりもつとよい精度で修正しておかなければならない。というのは軌道の偏心と最初の注入時の位置の誤差とを考慮しておく必要があるからである。10⁻⁶の精度は打上げの最終段ロケットだけでは得られない精度であるから、どうしても人工衛星を航行させる必要が生じる。

軌道周期が8時間という第2の要求はその高さを決定している。

3. 周期、速度、高さの関係

軌道周期が8時間ということは地球上の1地点から見た視周期が12時間ということになる。また周期と速力とは次の関係にある。

$$V^2 = \frac{2\pi GM}{T} \dots\dots\dots(1)$$

但し、V: 速力 T: 周期 G: 重力係数 6,673×10⁻¹¹ M.K.S. M: 地球質量 5.97×10²⁴kg
T=8×60×60sec とすれば、

*住所 東京都江東区深川越中島2丁目2番地

$$V = 4.43 \times 10^3 \text{ m/sec} = 14,540 \text{ ft/sec} = 8610 \text{ kt}$$

となる。もし軌道が半径 r の円軌道とすれば、

$$T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM} \dots\dots\dots(2)$$

(2)式から $r = 2,031 \times 10^7 \text{ m}$ 地球の半径 $R = 6.37 \times 10^6 \text{ m}$ 高さ $H = r - R = 13.94 \times 10^6 \text{ m} = 7520 \text{ n, m}$ (海里)

4. 偏心率 (軌道中心と地球中心との差)

許容される偏心率を考えるため、周期は同じ T で一つは円、一つは楕円の軌道の人工衛星軌道を考える。

(第2図)

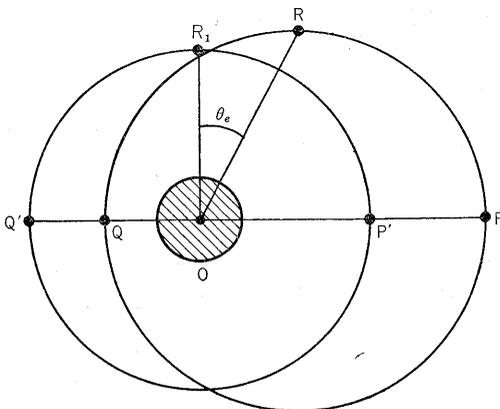
最初円軌道の P' 、楕円軌道の P から人工衛星が出發するとすれば、 $\frac{T}{2}$ では Q' と Q に達する。 $\frac{T}{4}$ では R_1 と R になるが、その時の差角を θ_e とし、 $\theta_e = 1^\circ$ とすれば、 $dA = r^2 \frac{d\theta}{2} \therefore A = \int \frac{1}{2} r^2 d\theta$, $r = \frac{P}{1 + e \cos \theta}$ e は小さいから $r = P(1 - \cos \theta)$ とも書ける。

$$\therefore r^2 = p^2 (1 - 2e \cos \theta)$$

$$\therefore A = \frac{1}{2} p^2 \int (1 - 2e \cos \theta) d\theta$$

θ が 0° から 89° までの面積を A_{89} とすれば、

$$A_{89} = \frac{1}{2} p^2 [\theta - 2e \cos \theta]_0^{89} = \frac{1}{2} p^2 \left(\frac{89}{57} - 2e \right)$$



$$l \text{ (偏心率)} = \frac{A_p - P_{er}}{A_p + P_{er}} = \frac{OP - OQ}{OP + OQ}$$

$\theta_e = 1^\circ$ ならば $l = 0.009$

第2図 偏 心 率

また $A_\pi = \frac{1}{2} p^2 \pi$, $\frac{1}{2} A_\pi = A_{89}$ より

$$\frac{\pi}{2} \frac{89}{57} - 2e \quad \therefore e = \frac{1}{57} = 0.009$$

そこで r の許容される値は最大 $1.009 \times 2.031 \times 10^7 \text{ m}$ 最小 $0.991 \times 2.031 \times 10^7 \text{ m}$ となる。

近地点と遠地点の高さは平均から $0.009 \times 2.031 \times 10^7 \text{ m} \doteq 180 \text{ km} = 100$ 海里の偏移が許される、即ち 7520 ± 100 海里が許される高さの範囲で、この値に対応して速

力、および周期が定まる。

偏心率が最大許容値の場合速力の半径方向成分は、近地点と遠地点では0であつて、その中央では V_0 とすれば、 $V_0 = \frac{2\pi dh}{T} = \frac{2\pi \times 100}{8} \pm 80 \text{ kt}$

故に切線方向の速力は 8610 kt で法線方向の速力は 80 kt ということから、注入に際して水平から狂つてもよい角度は $\frac{80}{8610} \times 57 = \pm 0.5^\circ$ ということになる。

5. 軌道上の位置

人工衛星が正しい位置すなわち互いに正確な間隔を保つためにはまづ打ち上げの時間が正確でなければならない。最初の占位に 1° の誤差を許すとすれば、次の計算が成り立つ。

人工衛星が 1° を動く時間は $\frac{T}{360} = \frac{12 \times 60}{360} = 2$ 分である。

故に12時間毎に2分以内の正確さで打上げを遂行するようプログラミングをしなくてはならない。しかし、軌道上の位置の修正に周期の修正と同じ装置が用いられるから、2分という程の精度ではなくてもよいが、 ± 10 程度の精度は必要である。

6. 周 期

5年後の人工衛星の位置の誤差は 2° であるから、8時間の軌道上周期にして $\frac{1}{10^6}$ 、または1周あたり $\pm 28 \text{ m sec}$ に相当する。

一方周期と高さは

$$T^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{GM} \dots\dots\dots(2)$$

また(1)式から周期と速力は

$$T = \frac{2\pi GM}{V^3} \dots\dots\dots(3)$$

であつたから、5年後の位置誤差が 2° ということは、

時間にして $\frac{1}{10^6}$ の誤差 $\dots\dots\dots 28 \text{ m sec}$

半径にして $\frac{1}{1.5 \times 10^6}$ の誤差 $\dots\dots\dots 30 \text{ ft}$

速さにして $\frac{1}{3 \times 10^6}$ の誤差 $\dots\dots\dots 0.003 \text{ kt}$

に相当する。

7. 速 さ

上述の精度は現在の誘導装置では、第3段ロケットだけでは達成出来ない。そこでどうしても最初に第3段ロケットで打込まれた位置から、0.003 kt まで修正出来る程精密にその速さを調節出来る装置を人工衛星に装備しなければならない。

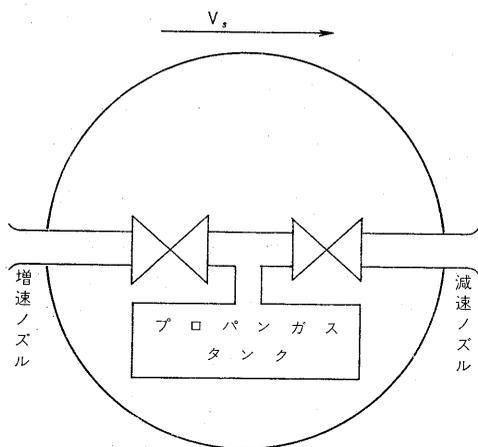
今人工衛星の速さを打上げ後 V_1 から V_2 に変える場

合、モーメントを $m_s (V_1 - V_2)$ だけ変えなければならぬ。 m_s は人工衛星の質量。このため人工衛星から高速でガスを排出させる (第3図)。このガスにはプロパンのように容易に液体の状態に貯蔵出来るガスを利用すると便利である。プロパンガスは 1200 kt の速さで吹き出るから、排出すべきガスの量は次式ようになる。

$$m_{gas} = \frac{400}{1200} (V_1 - V_2)$$

但し、人工衛星の質量を 400 lbs とする。

第1表はいろいろな速さの変化に対して、排出すべきガスの量を示している。



$$V_{gas} = 1200 \text{ kt}$$

$$m_{gas} \cdot V_{gas} = M_s (V_s \text{ の変化量})$$

第3図 人工衛星の速さの調節

第1表

軌道速度の変化 kt (m/sec)	プロパンの 質量 lb (kg)	作動時間	周期の変化	1 軌道当 りの位置 の変化
60 (31)	20 (9)	40 hr	10 min	8°
20 (10.3)	7 (3.17)	13 "	3 "	2°
6 (3.1)	2 (0.9)	4 "	1 "	0.8°
2 (1)	0.7 (0.317)	1.3 "	20 sec	0.2°
0.6 (0.3)	—	25 min	6 "	—
0.06 (0.03)	—	2.5 "	600m sec	—
0.006 (0.003)	—	15 sec	60 "	—
0.003 (0.0015)	—	8 "	30 "	—

第3段ロケットがもつと正確に航行出来るならば、持つべきガスの量は少なくてよい。

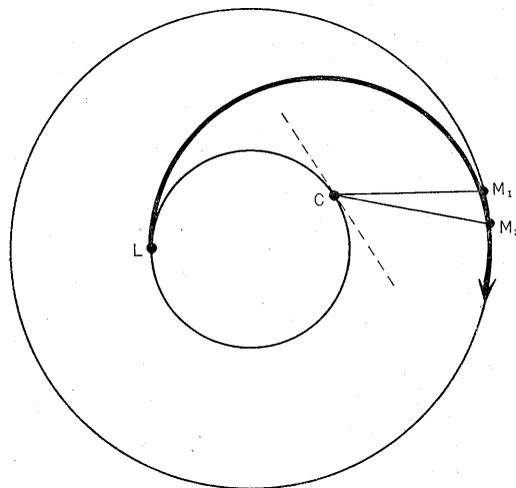
2 lbs という量はかえって非効率さや容器の重さを考えると多すぎ、10 lbs 位ならば有効荷重率が大きくなる。7 lbs のプロパンならば 20kt の速力の変化を与え

ることが出来る。

20ktならば人口衛星の速さの約 $\frac{2}{10^3}$ であつて、この程度ならば、第3段ロケットに対する無線誘導装置の能力範囲内である。

8. 第3段ロケットの航行

人工衛星がロケットによって軌道に注入される時、第4図のような弾道を画くことになる。



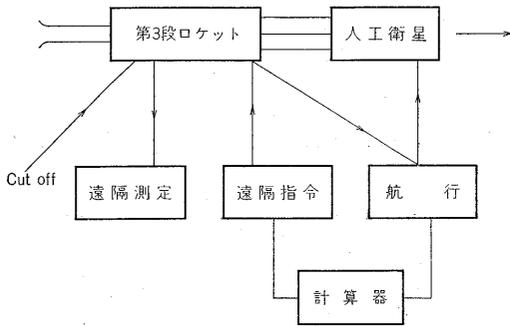
$M_1 \sim M_2$ Cut off limit

第4図 打上げの標準軌道

第2段ロケットは、高さ100海里速力12,000ktで第3段ロケットに引きつぐ。第3段ロケットの推力は4時間7520で海里の高さまで持つて行く程度の低いものである速力も最終的には8,610ktまで下げられる。軌道上の予定地点では半径方向の速力は出来る限り0に近くしなければならぬので、第3段階における弾道はこの点の前で出来る丈高さの一定な航行になっていることが必要でその弾道上8,610ktより小さい速力から段々と加速されるようになる。そして8,610ktになった時、地上からの遠隔操縦で推力が打ち切られる。最終の加速度は1 kt/sec程度におさえられて居て、推力打ち切りの操作が1 sec以内で行なわれるから、打切装置による速力の誤差は殆んどなくなる。

弾道制御装置は第5図に示すようなもので、ロケットの位置と速さは常に地上局から測定されていて、その情報はデジタル計算器に入れられて、必要な弾道要素がそこに記憶される。希望する弾道からの偏位が検知されると、針路を変えるように無線指令装置に対してロケット向けの信号を発生させる。この場合に指令では推力の方向だけが変更され、推力を完全に切り離すために思い切った最終の誘導をする時以外は、その大きさを変更す

ることではない。



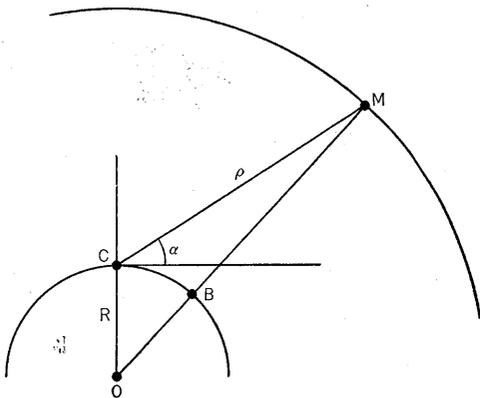
第5図 弾道制御システム

無線航行装置は地上局からの有効範囲内で、ロケットの位置と速力の測定が可能で、三軸に沿った距離と速力の六つのパラメータを測定することが必要である。これらの六つの要素は一つの局からの電波で直接測定を行なうことは出来ない。がしかし、他の六つの要素を測定してこれを計算器で希望する座標系に変換して、距離と速力との情報とすることが出来る。

電波で半径方向の位置と速力を正確に測定出来る。また水平面の2軸に対するロケットの角度の \cos も測定出来る。この方向角の角速度も測定出来る。これらから高さ、速力、針路を測定する方法は次に述べる。簡単のために二つのデイレクションにおいて問題を論じてあるが三つのデイレクションにおいても只計算が違うだけで含まれている問題は同じことである。

高さの測定

基本的な幾何学上の問題は、



第6図 高さの測定

第6図に示した通りである。

電波で距離 ρ と角 α が測定される。

$$OM^2 = \rho^2 + R^2 - 2\rho R \cos(90^\circ + \alpha)$$

但し、 R は地球半径

H を地球上の高さ ($=BM$) とすれば、 $OM=H+R$

$$OM^2 = \rho^2 + R^2 + 2\rho R \sin \alpha$$

H は R を知ることと、 ρ 、 α の測定で得られる。距離 ρ の測定はレーダで正確に測定され、7,800海里という距離に対して、 $\frac{1}{10^5}$ の精度があれば充分である。

約45°の方向余弦の測定精度は、電波干渉計または他の方向測定装置で $\frac{1}{10^3}$ 程度である。

概略の数値として

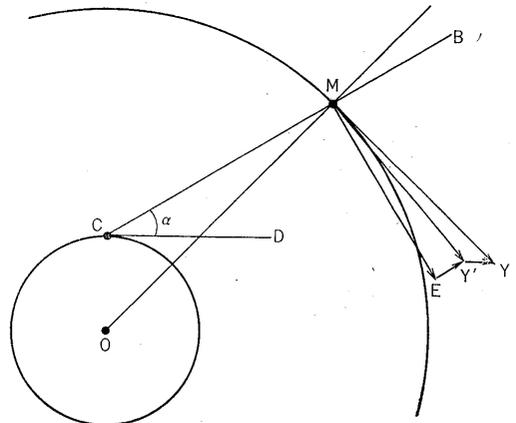
$$(H+R)^2 \rho^2 + R^2 + 2\rho R \sin \alpha$$

$$\therefore (3,440+H)^2 = (7,820)^2 + (3,440)^2 + 2 \times 7,820 \times 3,440 \times 0.7 = 61 \times 10^6 + 12 \times 10^6 + 38 \times 10^6$$

もし α に $\frac{1}{10^3}$ の誤差があれば、 H の測定には $\frac{1}{53 \times 10^3}$ の誤差となり、これは約 ± 2 海里に相当する。

方向の測定

ロケットの切りはなしの制御においては、方向角の誤差は水平面と $\pm 0.5^\circ$ という広い範囲が許されることを述べた。この方向は第7図の MY の方向である。これは $\angle \alpha$ と $\angle \delta$ の測定および計算から得られる β によって求められる。



$$\angle Y'ME = \delta \doteq 12^\circ$$

$$\angle Y'MY = \beta \doteq 3^\circ$$

$$Y'Y = 900 \text{kt}$$

$$MY = 8603 \text{kt}$$

$$EY' = 1700 \text{kt}$$

第7図 方向角の測定

希望する MY は OM と 90° をなす方向で、測定される $\angle \psi$ は CD と MY' とのなす角である。

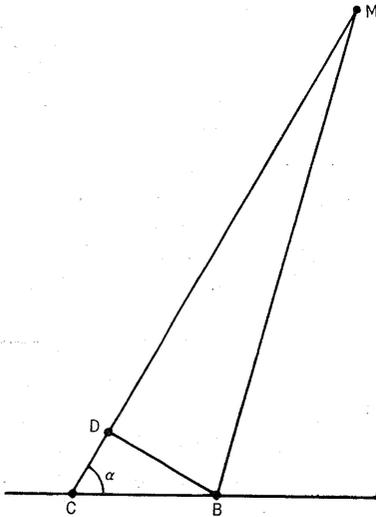
$$\therefore \psi = \alpha - 90^\circ + \alpha + \beta \dots \dots \dots (5 a)$$

α の測定には次のような方法がある。

a) マイクロ波レーダのアンテナの角度

- b) 電波干渉計
- c) 時間差測定

上記三つの方法は基本的には同じで、第8図のCDの測定に帰する。



第8図 α 角の測定

基線CBの長さは一般に短かく、マイクロ波レーダではBDはアンテナの口径に相当し、電波干渉計ではCBは100~500 ft、c)の方法では数マイル程度である。

周波数が1000 Mc/s以下では電離層による屈折が重要な問題となる。この誤差は搬送波の周波数の2乗に逆比例している。しかし400 Mc/sでは誤差は45°以上の角度に対して0.5ミリラジアン以下である。

$\angle \delta$ は次式より得られる。

$$\tan \delta = \frac{\dot{\rho}}{\rho \alpha} \dots \dots \dots (6)$$

$\dot{\rho}$: 半径方向速度 ($\approx 1,700 \text{ kt}$) でこの値はドプラーで正確に測定出来る。

$\rho \alpha$: 直角方向速度で、この測定方法は後述するが、その値は約 8,000 kt で $\frac{1}{500}$ の精度で決定される。

このような場合角 δ は約0.2ラジアンで、その決定は0.5ミリラジアンの精度でなされる。

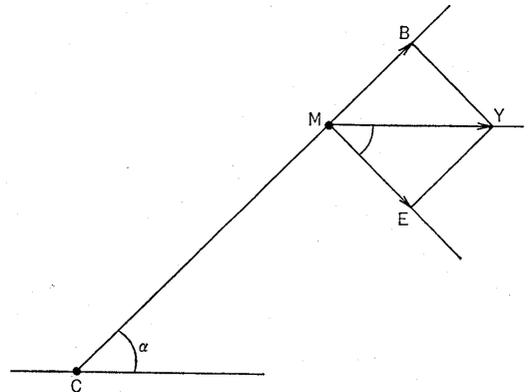
$\angle \beta$ はベクトルYY', 地球自転スピード, およびMY' 後述する地上局で測定される相対速度から計算される。 β は約40ミリラジアン程度であるから、その決定に際しての誤差は方向測定の誤差にはあまりひびかない。この

ようにして、方向測定の総合誤差は1ミリラジアン以下に出来る。

速力の測定

人工衛星の軌道要素を得るのに最も大切なのは、その位置よりも速力を正確に測定することである。 ρ と $\dot{\rho}$, α と $\dot{\alpha}$ を制御局から測定することによって速力を知ることが出来る。

第9図は地球表面を平面とした場合を示している。



$$\begin{aligned} MB &= \dot{\rho} \\ ME &= \rho \dot{\alpha} \\ MY^2 &= \dot{\rho}^2 + (\rho \dot{\alpha})^2 \\ \angle EMY &= \tan^{-1} \dot{\rho} / \rho \dot{\alpha} \end{aligned}$$

第9図 速力の測定

速力はV次のように得られる。

$$V^2 = \dot{\rho}^2 + \rho^2 \dot{\alpha}^2 \dots \dots \dots (7)$$

V_h を水平方向速力とすれば

$$\begin{aligned} V_h &= \dot{\rho} \cos \alpha + \rho \dot{\alpha} \sin \alpha \dots \dots \dots (8) \\ &= \dot{\rho} m + \rho \dot{\alpha} \end{aligned}$$

但し、 m は方向余弦 $\cos \alpha$ である。

ここで便利なことは多くの無線装置は、干渉計のように角 α のものより、 $\cos \alpha$ ($=m$) を測定する。 V_v を垂直方向速力とすれば、

$$V_v = \dot{\rho} \sin \alpha - \rho \dot{\alpha} \cos \alpha \dots \dots \dots (9)$$

となる。

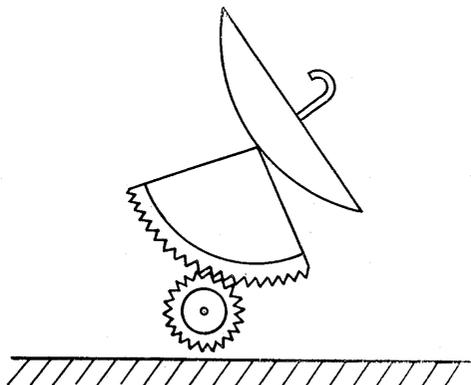
勿論ロケットや人工衛星の問題は3次元の問題であり地球は丸く観測点の水平面とロケットや人工衛星の希望する速力方向は一致しなかつたり、観測点の自転速度が影響したりするが、原則的には上述の理論と同様である。そして第7図のようになって、ロケットは高さや方向の制御を受けて希望する軌道に誘導され、希望する高さになつたならば、徐々に加速され、その速力が希望する速力に達した時、推進装置を切りはなす。

速力を測定する方法について論ずる前に、切りはなし

の幾何学を考えて見れば、大気と電離層とによる屈折から生じる誤差を小さくするため、制御局は切りはなしの時のロケットの殆んど直下になるようにその位置が選ばれる。

しかし出来る丈誘導の時間を長くとるために、第4図のように選ばれる。この位置では切りはなしの時の角度は約45°である。∠CMOは第7図から約14°ということがいえる。MYは第3段階のロケットの切りはなしの時の速力で、8,610ktでMOに直角である。制御局Cは約900ktの速力でCD方向に移動しているから、局Cに対するロケットの相対速力は第7図のMY'で与えられる。第10図は簡単化した図で制御局に対する相対速力を示している。問題は半径方向速力 $\dot{\rho}$ と、角 α と角速度 $\dot{\alpha}$ を測定してMY'という速力を測ることである。第10図はまた半径方向速力よりも角速度の方をより正確に測定しなければならないことを示している。これは大変不幸なことで、角速度の測定は困難なことである。MY'を $\frac{1}{10^3}$ の精度で測定するためには、同じ位の精度で角速度を測らなければならない。しかし半径方向速力の方は、

人工衛星ロケットにはビーコンを装備する必要があり、サーボ装置で追尾させ、角速度は駆動軸からとり出される。この時達成される精度はS/N比、時定数 (Smoothing time)、装置自体の誤差で定まる。



第11図 レーダによる角速度測定

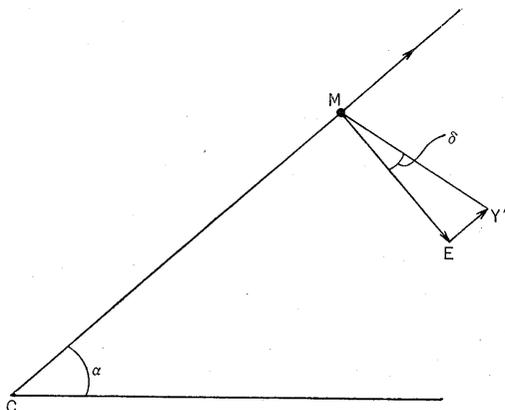
良好なレーダで時定数を2秒とすれば、その精度は0.1ミリラジアン/秒とすることが出来る。

測定しなければならない角速度は第10図から、

$$\frac{7540}{7820} \times \frac{1}{3600} \text{ラジアン/秒} = 2.8 \times 10^{-4} \text{ラジアン}$$

秒である。

ロケットを切りはなすのに必要な時間は、0.2~1秒であるから、速力をそして角速度を測定する時間は数秒である



$$\begin{aligned} \dot{\rho} &= EY' = 1,700\text{kt} \\ V_h &= ME = 7,800\text{kt} \\ \delta &\doteq 11^\circ \\ \alpha &\doteq 45^\circ \end{aligned}$$

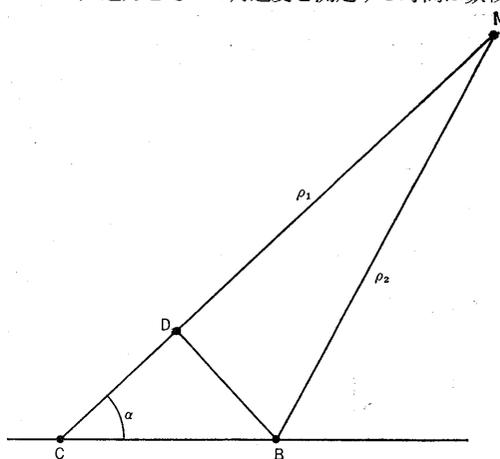
第10図 切りはなし時の相対速力

$$\frac{1}{10^3 \left(\frac{1,700^2}{7,800^2} \right)} \doteq \frac{1}{50}$$

の精度でよい。

角速度の測定

角速度の測定には二つの方法があつて、一つは回転空中線を用いる方法、他の一つはある距離はなれた二つの空中線を使用する方法である。前者の例は第11図のようなマイクロ波レーダである。S/N比をよくするため、



$$\dot{\alpha} = \frac{\dot{\rho}_1 - \dot{\rho}_2}{d \sin \alpha}$$

例 CB=d=8.5'

$$\alpha = 45^\circ$$

$$\dot{\rho}_1 = 1,700\text{kt}$$

$$\dot{\rho}_1 - \dot{\rho}_2 = 6\text{kt}$$

ならば

$$\alpha = 1 \text{ラジアン/時}$$

$$= 0.28 \text{ミリラジアン/秒}$$

第12図 ドプラーによる角速度測定

こえてはいけないことになる。

もう一つの方法は第12図のように二局でドプラー周波数を測ることである。 ρ_1, ρ_2 を二局からロケットまでの距離とすると、

$$\rho_1 - \rho_2 = CD = d \cos \alpha$$

但し d は局内の距離。

この両辺を t について微分すれば、

$$\frac{d}{dt} (\rho_1 - \rho_2) = d \frac{d \cos \alpha}{d\alpha} \cdot \frac{d\alpha}{dt}$$

$$\therefore \dot{\rho}_2 - \dot{\rho}_1 = d \sin \alpha (\dot{\alpha})$$

$$\therefore -\dot{\alpha} = \frac{\dot{\rho}_1 - \dot{\rho}_2}{d \sin \alpha} \dots\dots\dots(10)$$

ρ_1 と ρ_2 は二局で受信されるドプラー周波数に比例する。そしてこれは非常に正確に測定出来る。誤差は大気と電離層による屈折に原因するもので、搬送波を 1000 Mc/s 以上に選べば、電離層の誤差は大気の誤差と大きさは殆んど同じで、周波数に無関係となる。

人工衛星から発信する電波の周波数の変動は、電離層や大気の変動や発振の不安定、受信器の雑音等による。400 Mc/s の搬送波で約 45° の高角の時、10 秒間にわたって平均された時、全変動量は 0.03 c/s 以下である。この値は半径方向の速力にして 0.02kt に相当する。ロケットに発振器を置く代わりに、地上から安定な送信を送りロケットから送り返してもらえば、発振器の変動と受信器の雑音による装置の誤差は 0.01 c/s に減少し、これに相当する速力は 0.007 kt となる。もし第12図の2局における測定周波数の読動がお互いに関連づけられないならば、 $\dot{\rho}_1$ と $\dot{\rho}_2$ との測定における誤差は $1.41 \sigma_1$ となる。 σ_1 は kt で表わした距離変化率である。

もし角速度測定の誤差が $\frac{1}{500}$ 以下ならば、

$$\frac{1.41 \sigma_1}{d \sin \alpha} = \frac{\dot{\alpha}}{500}$$

ここで $\alpha = 45^\circ$, $\dot{\alpha} = 1$ ラジアン/時, $\sigma_1 = 0.01$ kt (最小値に近い誤差) とすれば、

$$d = 10 \text{海里となる。}$$

10海里の基線をもつことで不利なのは、10海里もはなれてお互いの受信器があるという設営上の難点だけである。もしもつと短い基線を用いるならばもつと長い時定数例えば 100 秒程度のものが使用される。しかし、これは計算を複雑とし、総合精度を低下させる。もしもつと高い周波数を用いれば、電離層による変動は減少し、基線をもつと短かくしてもよくなる。しかし、その減少の割合は $\frac{1}{2}$ にしすぎない。というのは、受信器の雑音と発振の不安定が増えて来るからである。

9. 第3段航行法の総まとめ

この段階での要件は軌道に入ってから的人工衛星の速度の誤差が、修正用ガスジェットで出来る範囲以下であることを確かめることである。その理論的な誤差は 20kt であることが既に述べられた。この値は周期については $\frac{1}{\frac{1}{3} \times 8610 \times \frac{1}{2}} = \frac{1}{150}$ に相当し、8 時間に対して 3 分という誤差に匹敵する。半径方向の距離にするると等価的な誤差は $\frac{1}{220}$ に相当し、10,960海里に対して 45海里に当る。

これは高さでも同じ 45海里の誤差ということになる。

方向に対しては 4 ミリラジアンに相当する。高さと方向については上記の値よりずっと精度よく測定出来るけれども、速力測定はそうでないので、全ての測定誤差は速力の測定精度にそえられる。速力で必要な精度を達成するには 10海里の基線長と 10秒の時定数が必要であった。測定でそのような精度を達成し得るような誘導の精度はロケットの設計特性で定まる。特に推力の程度とそのなめらかさ即ち予測性に負う所が大きい。

測定に原因する総合誤差と加速度による確実さを最少にするよう選ばれた制御系統に含まれる時間おくれがある。もしこの値が 20秒より大きい時は、測定誤差は 20kt よりも大きくなる。

10. 人工衛星の航行

人工衛星の軌道上の位置と速力は大きざつばな軌道注入時の限界値から、最終の軌道要素上の精密な限界値内へと修正されなければならない。

(i) 偏 心 率

通信上の要求からは 0.009 であつたが、実際はこれより小さく、人工衛星の高さは 0.009 以下という偏心率からの要求に適合する 100 海里という誤差に比べて、3 海里以内の値であるし、同様に半径方向の速力も 80 kt の許容誤差に比べて、10 kt 以下の値であるから、軌道注入時の偏心率は 0.001 以下におさえられている。

(ii) 位 置

人工衛星の位置の誤差はロケット段における航行の偏差と打上げ時刻の遅延に原因する。第 4 図に示した軌道は注入点 M_0 に達するまで約 4 時間かかる。この時間に対して 3% の誤差は許容される値であつて、これは ± 7 分に相当する。これに打上げ時刻の遅延を加える必要があり、これは約 5 分以下である。だから総合して -12分 ~ +7分 という誤差になる。人工衛星は地球上の一点に対して相対的に 12時間で 1 回転するが

ら、 1° の位置誤差は時間にして2分に相当する。そこで最初の許容誤差は $-6^\circ \sim +3\frac{1}{2}^\circ$ となる。この値は実際には殆んど無視出来る 0.2° 程度まで減少出来る

(iii) 周 期

注入時の周期の誤差は ± 3 分以内である。この値は計算された時間の間、高圧ガスを人工衛星から排出することで、 ± 28 ミリ秒にまで減少されなければならない。

(iv) 傾 斜 角

軌道の傾斜角の誤差は 1° 以下であったが、実際はこれよりずっと高い精度で注入することは困難ではない既に述べたように第3段ロケットを2ミリラジアンすなわち 0.1° の精度でコントロール出来るからである。しかし必要な誤差範囲内にあるかどうかをたしかめるためにこの値を測定することは必要である。

軌道上の位置の測定

人工衛星の軌道上の位置は、ロケットを誘導する装置で充分な精度で測定出来る。そしてその精度は 0.2° 以下であることを述べた。

人工衛星星は 0.2° を

$$\frac{12 \times 0.2 \times 3,600}{360} \text{秒} = 24 \text{秒}$$

24秒で通過する。Cにおける地上局と人工衛星がなす角は1ミリラジアン(0.05°)の精度で測定出来る。そしてこの測定が人工衛星が天頂近くを通過する時になされるならば、軌道上の位置の精度はそのまま測定角の精度に相当する。

軌道周期の測定

第3段の軌道要素を測定するために使用される装置は数秒のオーダーで周期を測定することが出来るが、もつと正確に測定する方法としては、最接近時刻を測定するためトランジット航法装置でなされたようにドプラー効果を利用すればよい。8時間人工衛星にとって周波数の偏移は搬送波を400Mc/sとすれば、最接近点の5分前後の時約1,000c/sとなる。

周波数の測定精度は 0.1c/s であるから、約10秒の間において、CAの時間を評価する誤差は、

$$\sqrt{\frac{0.1 \times 2 \times 600}{2000}} \text{秒} = 42 \text{ミリ秒である。}$$

人工衛星の3周時間即ち24時間の平均をとると、大きな利点がある。というのは軌道の偏心率や傾斜による誤差は相殺されるからである。また電離層による日周誤差も少なくなる。3周の時間を測定して得た周期の誤差は

$$\sqrt{\frac{2 \times 42}{3}} \text{ミリ秒} = 20 \text{ミリ秒である。}$$

傾斜角の測定

8時間周期の人工衛星では12時間毎の軌道要素は測定

して傾斜角を測定することは簡単である。12時間に人工衛星は軌道を $1\frac{1}{2}$ 周するし、12時間目の軌道を比較することによつて、傾斜角は容易に計算される。測定の精度は 0.1° であつて、この値ならば充分である。

位置の修正

修正しなければならない誤差は -6° と $+3.5^\circ$ の間にある。位置の誤差は軌道注入時刻の誤差であつて、 1° に対して2分の割合である。もし時間誤差がマイナスならば周期の誤差は先づマイナスにもつようにされる必要がある。というのは人工衛星はもつと早く軌道にのせることが出来る、そしてその隣の衛星と連繫して正しい位置に入ることが出来るからである。注入時における時刻誤差は制御局で知られて居り、切りはなし時期は、初期の軌道周期が位置を正しくとるような値になるよう調節して行なえる。例えば注入時の誤差が12分だつたとし、この位置誤差を12周かけて修正してよいとすれば、軌道周期を1分だけ偏向させておく、すなわち初期の周期を8時間 -1 分 ± 3 分という値に調節するわけである。

位置を修正する最初の手続きは位置の誤差と周期の誤差を測定することである。周期の誤差は -4 分と $+2$ 分の間にあることを見出す必要がある。もし -4 分と -1 分の間にあるならば、人工衛星は軌道に残されてその関係位置の誤差が出来る限り、0に近くなるよう減少するまで残される。これは今や 1° 以下になっている。この誤差はなおあまりにも大きく1秒の修正が必要である。誤差はなお一であることを考えて周期の修正は -4 分 ~ -1 分の値から、 -20 秒程度まで減少させるようになされる位置と周期を測定した後、位置誤差を 0.2° 以下に減少させるために必要である回数の軌道について計算を行なう例えば、位置誤差が 1° あることが分つたならば、6周の周期について20秒の誤差でもつて、これは位置誤差を0に減少することになる。

軌道周期の修正

位置誤差がなくなされたならば、直ちにひきつづいて周期がその誤差を28ミリ秒以内になるまで修正されなければならない。例えば、周期の誤差が20秒であれば、ガスジェットは1.3時間作動させられる。そしてこれは周期の誤差を2秒以下の値に減少させる。この周期が測定されたならば、2秒の誤差を修正するために必要なジェット時間の予測計算がなされ、この時間は8分のオーダーである。要求される28ミリ秒以下に減少させるにはもう一段階が更に必要である。

航行装置

制御局から第3段ロケットを航行させるために必要な電波装置

- 1) D. M. E. (距離と方位の測定)

- 2) ドプラー装置(距離変化率と角度変化率の測定)
- 3) 遠隔指令装置
- 4) 遠隔測定
- 5) デジタル計算器

地上局には第5図のような装置の配備が必要で、このために必要なのは次の装置である。

- a) D. M. E. 発信器 1
- b) D. M. E. 受信器 3 一辺10海里の直角三角形
- c) ドプラー 発信器 1
- d) ドプラー 受信器 3 b)と同じ場所
- e) 遠隔指令発信器
- f) 遠隔測定受信器
- g) デジタル計算器

ロケットには次の装置が必要である。

- a) D. M. E. トランスポンダ
- b) ドプラー トランスポンダ
- c) 遠隔指令受信器
- d) 遠隔測定発信器

装置の設計

D. M. E. とドプラーの根本的な違いは、D. M. E. は変調波を必要とし、ドプラーは非変調波が必要なことである。しかし両方の目的にかなうような装置を設計することは可能である。しかしこれが実用上具合が悪いならば、なるべく共通部分を多くして結合することが考えられる。またD. M. Eやドプラーの発信波に遠隔指令信号をのせることも可能であるし、ロケットからのDMEやドプラーのトランスポンダの返信波に遠隔測定の発信信号をのせることも可能である。

衛星を航行させるための装置

第3段ロケットを航行させるのに用いられるものと同

一の装置が、人工衛星と制御局間に用いられる。必要でないのは計算器だけである。というのは人工衛星に必要な計算は極めて簡単で、計算に充分時間があるからである。しかし、計算器が万能型であれば、人工衛星の軌道計算にも利用出来ることはいうまでもない。

人工衛星にはロケットと同じ装置をのせなければならぬから、両方に使えるように一組の装置を人工衛星側にのせておけばよいということも考えられる。しかしこれには困難が多い。というのは機械的な制約があるためと、太陽電池はロケットが切りはなされるまでは作動しないからである。

12. む す び

中高度の人工衛星の航行は精密に行なわれなければならない。まづロケットで正確に軌道に注入され、次いで更に人工衛星を精密にその速力が0.003kt以下の誤差になるまで航行させられる。ロケットの航行に最も大きくひびくのは、切りはなし時における速力の測定である。なぜならばこれを行なうのに、角速度は0.5マイクロジアン/秒まで測定されなければならないし、10秒をこえない Smoothing time でこれを遂行するには約10海里の基線であることを必要とする。もしそのような長い基線が角速度の測定に用いられるならば、角度の測定のためには逆に不利となるだろう。角度はそんな長い基線なしで充分正確に測定出来る。そこで装置を簡単にし、電波干渉計を用いる代りに、D. M. E変調を用いることが出来る。人工衛星の速力の最終の正確な測定は人工衛星が地球を2回廻るに要する時間を測定することによって間接的に測定されるドプラー効果は各周回の始めと終りにその最接近時刻を測るのに用いられる。

ある航海衛星方式の提案とその可能性

*運輸省船舶技術研究所 木村 小一 抄訳

Navigation Satellites—Some Possibilities

by

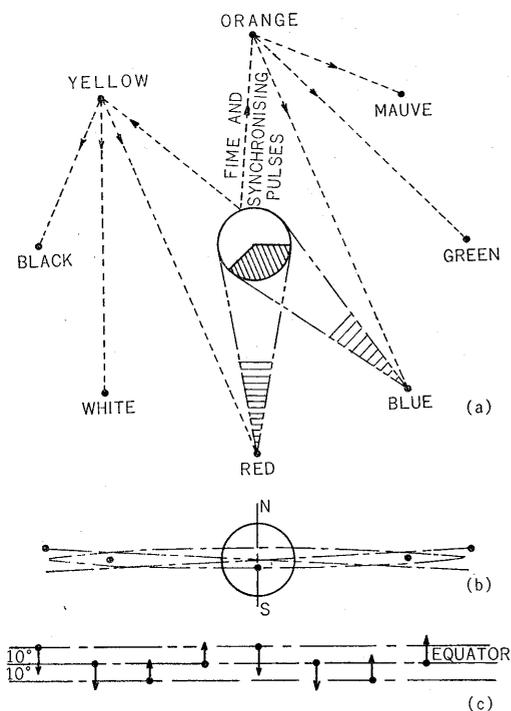
C. E. Tharratt, British Communication and Electronics, Aug. 1963, p. 614~617

提案した方式の実際

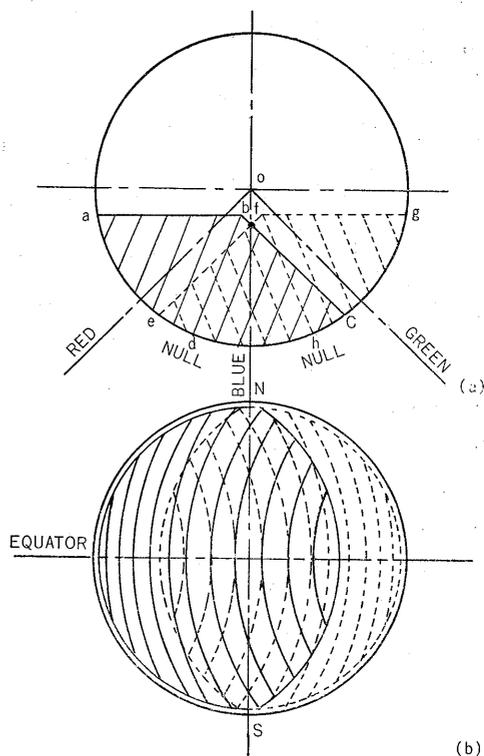
全世界を有効範囲とする双曲線航法による航海衛星方式のために、ビーコンを赤道軌道で24時間に地球を一周する、8個の等分に離れて配置した衛星にのせることを提案する。したがって、これらの衛星の高度は22,300マイル、軌道速度は6,890マイル/時で、衛星は東回りに動く。実際的には、ビーコンは地上局から受信される同期信号に応答して送信するので、トランスポンダとして働くはずであり、この必要性については後でふれる。各

衛星は電源その他いつさいを含んでおり、長寿命および信頼性に対しては厳格に製作され、太陽電池群を電源とする。

24時間軌道の特長は2つある。第1は、衛星が地球上の観測者に対し空間に止まって見えることである。第2は送信機から放射される電波が到達する地球の球状部分が距離が遠いため、約 162.5° の角内に含まれており、



第1図 (a)は8個の同期衛星を使ったとき隣合ったビーコンによつて得られる経度方向の有効範囲を示す。緯度方向の位置決定のあいまいさをなくするために、軌道は(b)および(c)に示すように傾斜させるべきである。



第2図 提案の方式による3つの隣接したビーコンによつて作られる双曲線群の図形。図のO (null) の線の間にいるパイロットはこれらのビーコンを使い、Oの線を越えてまわるとつぎのビーコンに切替える。

赤道を基準とすれば 81.25°N から 81.25°S まで、すなわち、極から 600 マイルのところまで拡がっていることである。地球上の主な陸地群は 80°N と 60°S の間に入っていることに注目すべきである。

識別を容易にするために、第 1 図(a)は色の符合がついてあり、一定時間差の双曲線群がおのおの隣り合ったビーコンの間に作られると、たとえば、第 2 図(a)で bd を O 線とし、a b c d a がプロットされる、もしいま、赤緑のプロットを重ね合わせると fh を O 線とし、点線 e, f, g, h, e が得られる。重なった部分 e j c e が信頼度の高い規則性をもった、要求する網目、線群および要素を与えている (第 2 図(b)も参照)。しかしながら、a b f g で画かれる大圏は極から 8.75 または 600 マイルのところを通るが、j 点の網目までの距離は、極から 11.5° または 800 マイルに増加する。主要な陸地群はなおこの範囲に含まれているので、直接的な不利にはならないはずであるが、航空輸送の将来の傾向は各 2 つの空港の最短ルートを通ると考えられるので極地の使用増加が予想される。しかし、この問題は幸いにも後に述べる別の理由で解決した。

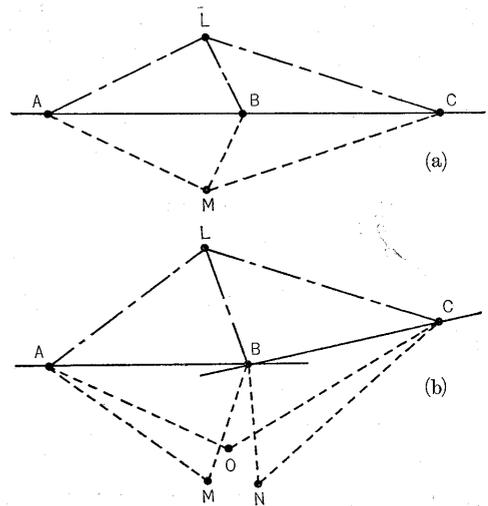
航法のやり方

第 1 図(a)で X からスタートして大圏を東に進む航法を行なう人は、赤青ビーコンからの受信信号は第 2 図(a)の bd の O 線を横切るときに青緑に切り替え、ついで fh の O 線を横切るときに緑ふじ色に切り替え、以下つぎつぎに無限にこれを行なつて大圏を回る。スイッチを作動させるための間隔が大きいことに注目する必要がある。なぜならば、ビーコンとビーコンの間の周囲長は地球面の赤道で約 3,000 マイルであるからである。

上記のことから経度方向の航法が比較的簡単なことが認められるだろう。不幸にも緯度方向の航法はそれほどうまくは行かない。なぜならば、ビーコンは同じ赤道面内にあり、赤道の北側の位置の線の交点は赤道の南側の網目の交点と共通である (第 2 図 (b) 参照)。したがって 30°N のエジプトのカイロと 30°S の南アフリカのダーバンの区別がつかない。この問題を解決するために、衛星を赤道に対し、たとえば 11.5° の傾斜をもった軌道の上に打ち上げ、もしその配置を平とすれば、それらの順番が第 1 図(b)および(c)に示すような方法の間隔にすべきことを提案する。図で画かれた瞬間にビーコンは弓形で示した方向で互いに反対に移動する。

一見したところ、これはかなり複雑にみえるが、実際はそうではなく、地上の観測者にとってはビーコンを積んだ衛星はゆつくりと南北に振れ動くように見えるだけである。もし、振れ角を ±11.5° にすると位置の線の群は

上にあがり、極を 2.75° こえるので、網目は地球の全域をカバーすることができる。交互の網目の移動の直接の影響として、位置の不確定が、他の形で再びあらわれることが考えられる。これを否定するために第 3 図を参照されたい。ここで 3 つの送信機 A, B, C が赤道面と同じような直線上にある。送信機 A, B の間の点 L には対称点 M がある。この同じ点は、また送信機 B と C, そして実際は A と C との残りの組合せに関する L の対称点でもある。いまもし、いずれかの送信機の 1 つ、たとえば C が第 3 図(b)のように残りの 2 つに対し移動したとすると、送信機 A と B, B と C, A と C の間の L の対称点はそれぞれ M, N, O となり、互いに一致しないことがわかる。かくして、これらのビーコンが直線上にないならば、L の位置を 3 つのビーコンを参照することによって、1 つの対称点をもたないことから推定できる。軌道を傾斜させる提案した方式では、3 つの連続したビーコンが、どの組合せでも同じ面にあるときはないはずである。実際上の問題としては、ビーコンの間の変位 M, N および O の位置の差を受信機で求められる程度の十分な大きさにすべきことが明らかに重要であり、これは、L が、赤道の上または下のどちらにあるかを電子工学的に決定する方法を直接導入するからである。当然、ビーコン、したがって赤道に対する網目の位置が時間的に動くので、航法を行なう人には、修正のためビーコンの正確な位置を与えなければならない。現在のところ、24 時間の円軌道の性質の 1 つは、空間における衛星の位置を未



第 3 図 3 つのビーコン A, B, C が一線上にあると位置の不確定が(a)のように表われる。もとビーコンが(b)のように傾斜していると不確定が除かれる。

来の数年に亘つて大きな精度で予測できるという事実である。したがつて、普通の慣習によつて、すべてのビーコンの標準の修正値を1組作することは問題なく可能である。しかし、この論議の前に、われわれの注意を衛星と無線送信機の性能に向ける必要がある。

アンテナと衛星の要求事項

この議論のために、無指向性アンテナ、すなわちすべての方向に均一の放射を行なうアンテナを選定することにした。これは、送信機の出力としては非常に無駄であるが、それにもかかわらず、地球に向けたアンテナを持つ姿勢安定衛星の必要性がないことである。送信出力の要求値は主として受信機の雑音特性によつてきまり、300°Kの等価雑音温度のパラメトリック増幅器を使用すると仮定するが、この装置が使用可能かどうかはその量産を保証するだけで足りる。パルス技術が使われるが、そのため6 Mcの周波数帯域幅が適当で、十分な信号強度を得るため3:1のSN比を幅使用すると、受信機の入力端子における最小電力は 7.45×10^{-14} ワットが必要になる。送信パルスが地球上の受信機に到達することを確保するため、電離層通過の能力と雨や嵐からの反射による不要信号の除去という2つの点の間の波長上の妥協が行なわれなければならない。これらの条件に周波数3,000 Mc、すなわち波長10cmで一一致したようである。このような短い波長では水平線よりはるか向うの電波の屈折の可能性を得ることはまずできないが、しかし屈折がおきるとすると、前述の軌道傾角 11.5° をつれに比例して減少することができる。地上の受信機のアンテナに、一例として4波長の径(約15.75m)の拋物線反射器形のものを使うと、衛星が水平線上にいる傾斜した距離である、約26,300マイルの半径について送信する所要ピーク出力は13.5kWになる。ここで送信機の平均出力はピーク出力、パルス幅および1秒当りのパルス繰返し数の関数である。したがつて、パルス幅 $2 \mu s$ で、1,000 ppsを例としてとると、送信機の平均出力は30 Wとなる。これに対してはもちろん、送信機内の各種の損失を加算しなければならないが、それでさえ、供給すべき所要全電力量は、太陽電池群の実際の能力範囲内にある。この送信電力に関する前述推算は、雑音温度、周波数帯域幅、パルス幅、パルス繰返し周波数およびアンテナ開角などのような多くの仮定に基づいたもので、これらはすべて広

い範囲にvariするものである。これらのものおよびここには書いてない他の要素は、全性能を最適にするために選定すべきである。ここでの試みは、送信電力が衛星としての適当なレベルにまで減少できる可能性を示したにすぎない。

識別のためにビーコンには色符合がつけてあるが(第1図(a)参照)、実際にはビーコンの混同を防ぐために異なる波長で送信し、1つおきのビーコンは2重パルスを送信するので、受信機に、ビーコンまでの距離差と2つのパルスのどちらが先に到着したかの判明についての情報を与えることができる。

明らかに、すべてのパルスは同期が必要で、これは、同期パルスのビームをたとえば黄色とだいたいの色のビーコンのトランスポンダ部に送る地上局によつて達成される(第1図(a)参照)、それらのビーコンからは折返し点線で示すように他のビーコンに再送信される。当然、衛星間の距離に対する補償をするための遅延をトランスポンダの回路内に設けなければならない。同時に同期パルスには、ビーコンが地上に再送信するためのコード化された時間情報を含ませることができ、この情報によつて、ビーコンの位置の判定ができるので、双曲線網の位置の適当な修正ができる。最終的にはデクトラのように航跡を目に見える指示器上にプロットすることが考えられ、このときの所要の修正は電子工学的に行なわれる。

精度

航法的な精度について述べる必要があるが、使用した原理が同じならば、すでに使用されている方式と同じ位置精度を確保できるはずである。更に、精度は測定技術の改善によつて増加し、数ヤードの位置精度を地球上のすべての点において得られることが不可能であるという技術的理由はない。

第1図(b)を参照して、傾斜軌道に衛星のビーコンを打ち上げることに関連した問題について簡単に述べる必要がある。概要をのべた配置は複雑であるが、実際は、8個の衛星をたとえば、 $\pm 1^\circ$ の許容範囲を認めた個々の傾斜軌道に打ち上げる方が、同じ衛星を許容差なしで、ある赤道軌道に打ち上げるよりも容易である。ひとたび24時間軌道にのつたならば、その位置と赤道に関する傾斜角は正確な測定で求めることができるので、この論文で述べた方法での使用が可能である。

新製品紹介

Introduction of New Products.

AR 401 船 舶 用 レ ー ダ

*安立電波工業株式会社

High Sensitivity Compact Marine Radar

*ANRITSU Electronic Works, Ltd.

本機は、あらゆる種類の船舶に装備しうよう設計された、2ユニットシステムの最新製品である。

1. 特 徴

- 1 アンテナは極めて軽量で全重量は僅かに 27Kg で、且風圧に対し最良の条件を有するラミネイトアンテナを使用している。
- 2 独自の設計になる中間周波増幅器帯域幅切替機構の採用により感度が著しく向上している。

2. 規 格

周波数帯	9330~9420MC
尖頭出力	10KW
パルス幅	0.1 μ s (1, 3 μ l)
	1.0 μ s (10, 20, 40 μ l)
パルス繰近周波数	800 c/s
空中線幅	122 cm
空中線水平ビーム幅	1.7°
空中線垂直ビーム幅	1.5°
空中線回転数	12 r. p. m.
ブラウン管径	10吋
距離範囲	1, 3, 10, 20, 40 μ l
距離目盛	0.5, 0.5, 2, 5 μ l
受信機中間周波数	35MC
受信機中間周波数帯域幅	8MC (1, 3 μ l)
	2MC (10, 20, 40 μ l)
受信機附属装置	S. T. C., F. T. C.
最小探知距離	25m
距離分解能	20m
方位分解能	1.7°
電 源	AC 100/110V

50/60 cps 1 ϕ

DC 24V

100V

220V

消費電力 100/110V 50/60 cps 350VA

DC 24V 360W

DC 100, 220V 700W

HIGH SENSITIVITY COMPACT MARINE RADAR

Anritsu marine radar Type AR401 is a compact set for installation in all types of vessels.

Due to its size, low cost, low power consumption, it can be installed in ships which hitherto have been precluded from having radar equipment.

The equipment consists of two units of scanner, display unit, and it provides five scale ranges from 1 mile to 40 miles. Dual pulse lengths are available, the appropriate pulse being automatically selected by the range switch. Moreover, receiver is designed with advanced technique, IF bandwidth is 8 megacycle on the short range and 2 megacycles on the long range. This bandwidth change is accomplished by the particular system designed with new idea.

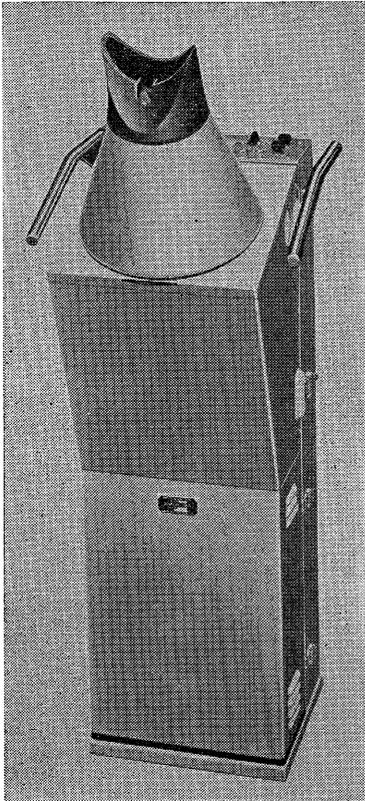
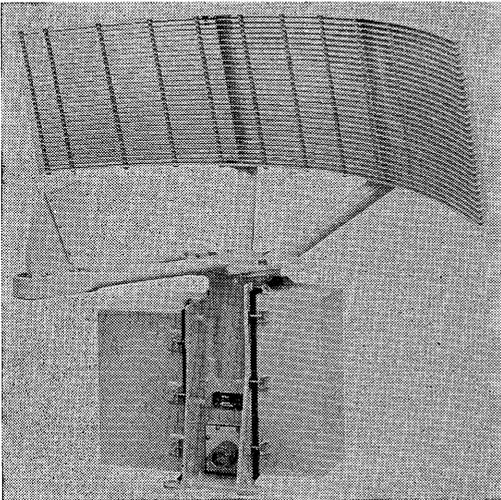
THE EQUIPMENT

AERIAL

The aerial is 4 ft. parabolic cylinder system with a horizontal beamwidth of 1.7°. It contains turning mechanism, RF head, and preamplifier. Its weight is 60 lb.

* 所在地 東京都世田谷区玉川用賀町2丁目550番地

Address : 550, 2-chōme, Tamagawayoga-chō, Setagaya-ku, Tokyo, Japan



DISPLAY UNIT

The display unit is splashproof. The cathode ray tube is of 10 in. diameter and dimensions are 14 in by 18 in by, 30 in., and weight is 170 lb.

SPECIFICATION

Frequency band	9330~9420 MC
Peak RF power output	10 KW
Pulse lengths	
0.1 μ s (1, 3 naut. miles)	
1.0 μ s (10, 20, 40 naut. miles)	
Pulse repetition rate	800 c/s
Antenna reflector	4 ft.
Antenna horizontal beam width	1.7°
Antenna vertical beam width	15°
Antenna rotation	12 r. p. m.
Scope size	10 inch
Range scale	1, 3, 10, 20, 40 naut. miles
Range rings	
0.5, 0.5, 2, 5 miles on respective ranges	
IF amplifier frequency	35MC
IF amplifier bandwidth	
8 MC	(1, 3 naut. miles)
2 MC	(10, 20, 40 naut. miles)
Minimum range	25 meters
Range resolution	20 meters
Bearing resolution	1.7 degrees
Power supply	
100/110V 50/60 cycle single phase. or	
24V, 100V, 220V d. c.	
AR401 is available with a motor alternator for operation from 100 or 220V d. c. supplies	
Power consumption	
100/110V 50/60 cycle	350 VA
24V d. c.	360W
100, 220V d. c.	700W

NWA型超広帯域増幅器

マイクロユニット

* 日新電子工業株式会社

NWA Wide-band Amplifier Unite Type

*NISSIN Electronics Co., Ltd.

Outline :

Owing to the development of transistors, electronic parts, etc. the electronic apparatus is getting much smaller in size as well as to be better in characteristic day by day, so it is also very important that the amplification circuit used for these apparatus must be smaller, highly efficient and more stabilized, too.

The Nissin's NWA wide-band amplifier was born in response to such a demand of maraet. This is very small-sized, so excellent in characteristic, with easy easy handling and high efficiency, that it is possible to get enough gains even in a very wide-band frequencies. This amplifier is manufactured in our plant under the guidance of International Telegraph & Telephone Co., Ltd., and several Kind of standard models are now produced as listed in the following article.

NWA型超広帯域増幅器は、最新の技術を駆使し、増幅器として画期的な性能を持つものであり、当社において製品化研究を行ない、完成したものであります。

概要

現在市場に提供されている増幅器を見ますと、帯域幅も DC~100 kc/s または 200 kc/s~20 Mc/s 程度で、また、安定度を考慮に入れた増幅度も 40 dB 程度が多く、機器の寸法、電源なども必ずしも要望に応えるものではありません。

当社は、永年わたる研究の結果、別表のようにユーザーのあらゆる要望をかなえる無線周波増幅器を開発し、ここに製品を提供することになりました。これらはいずれも標準製品として製作しております。つぎに、その内容についてご紹介いたします。

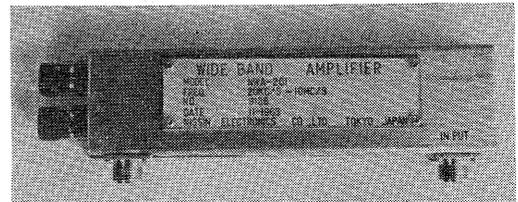
NWA型広帯域増幅器は、優れた特性のトランジスタと、優秀な特性のコアに独自の巻線を行なった結合コイルとで特殊な回路を形成させ、小形の筐体内に収めます。一般に広帯域増幅器は数多くの同調回路を用いたスタガ

一回路などを用いますが、本器は全く原理を異にした方式であります。結合コイルを主特性とし、これに補助回路を挿入して広範囲の均一特性を得ています、これらの部品は、精選したものを精密に、また極めて小形に作り、相互の干渉を排し理想通りの諸特性を得ています。増幅利得と周波数特性を満足するように、それらの組み合わせ、増幅段などを設計してあります。電源は9Vで、消費電力は形式により6mAないし20mAの程度です。

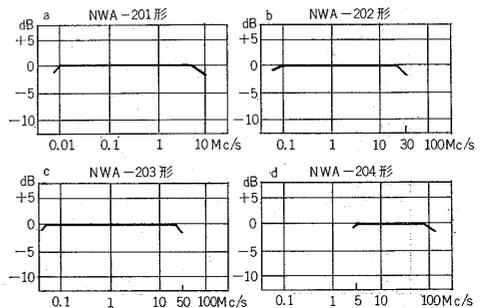
NW シリーズユニット

NWA型超広帯域増幅器を各方面に便利に活用していたため、各種高周波濾波器ならびに付属品として、低周波増幅器、水晶発振器、整合変成器を製作しております。

PAT. PEND



標準型広帯域増幅器 標準増幅器特性



広帯域増幅器の応用

NWA超型広帯域増幅器は小形軽量で素晴らしい広帯域の安定増幅を行ないますので、あらゆる増幅回路に用い

* 所在地 東京都杉並区天沼町1丁目10番地
Address : 10, 1-chōme, Amanuma, Suginami-ku, Tokyo, Japan.

て著しい効果があります。NWR型選択増幅方式受信機もその一例でありまして、つぎの各種に応用できます。

1. 通信用受信機の高周波増幅部, 中間周波増幅部,
2. レーダ受信回路の中間周波増幅部,
3. パルス機器の増幅部,
4. 計測器(電波用・工業用)の増幅部,
5. 各種中継増幅器の増幅部,
6. その他すべての増幅器の増幅部

以上は当社の標準形製品で、ご仕様により種々の特性のものも製作可能であります。特別仕様にはつぎの各項のお申越をお願いいたします、1. 利得, 2. 周波数帯域, 3. 電源電圧, 4. 消費電力, 5. 利得偏差, 6. 挿入損失, 7. 入出カインピーダンス, 8. 形状

標準型超広帯域増幅器性能表

型名 MODELS	周波数範囲 FREQUENCY RANGE	利得 GAIN	偏差 DEVIATION	ステージ STAGE	インピーダンス IMPEDANCE		接 栓 CON NECTOR	機器寸法 (mm) DIMENSIONS		
					入 力 IN PUT	出 力 OUT PUT		前 幅 D	奥 行 W	高 き H
NWA-201	20 kc/s ~ 10 Mc/s	50 dB	4 dB	4	75Ω	75Ω	BNC or M	116	60	20
NWA-202	100 kc/s ~ 30 Mc/s	50 "	4 "	4	"	"	"	116	60	20
NWA-203	1 Mc/s ~ 50 Mc/s	50 "	6 dB	10	50Ω	50Ω	"	220	60	20
NWA-204	5 Mc/s ~ 100 Mc/s	50 "	6 "	14	"	"	"	300	60	20

最新式ファックス受信機

*株式会社 光電製作所

Transistorized Facsimile Receiver

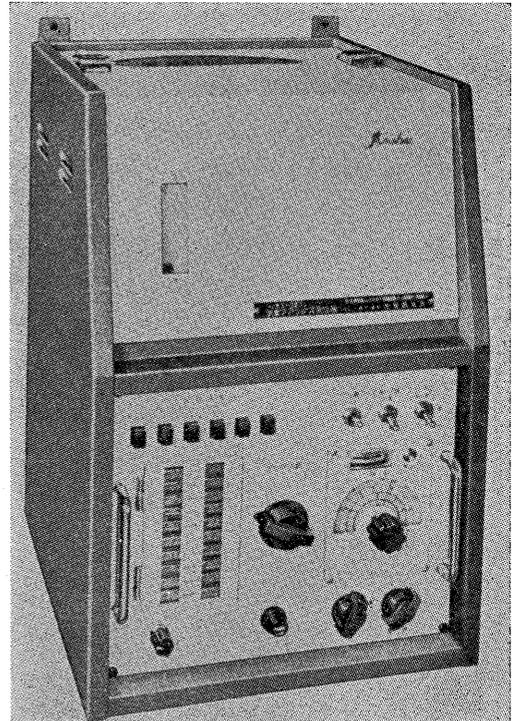
*KODEN Electronics Co., Ltd.

GENERAL

Weather Facsimile is the modern broadcast rapidly emerging into actual use all over the world to begin with the transmission from Tokyo, Guam, Pearl Harbour, San Francisco etc by high frequency RFCS type wave, emitting chiefly weather chart, maritime information (temperature of surface, 10m, 50m depth, sea current, salinity). Installing the Facsimile receiver on a vessel, various quickest data, can be taken as a chart directly seen by the owner. Fax will not only for the weather information but also receive news, so that contribution of the machine is to navigation as well as fishing itself.

Koden's Fax Receiver has the following features.

1. This fax receiver includes high performance FS radio receiver and necessary all functions for receiving charts and requires no combination with other instruments. Only connection of antenna and power supply enable the equipment to stably receive facsimile broadcast of 2-52MC bands.
2. Since the circuits are mostly transistorized, the power consumption is minimized, and the set is designed most compact and sturdy in order to meet the use in fishing boats.
3. In the receiver 20 pcs of crystal can be inserted and also since the circuit is highly stabilized, it can operate stably without any adjustment for long period.
4. In order to meet all international standard, the scanning speed adopted is for 60, 90, 120 rotations per minute.
5. As the replacement of the recording paper can be made from the front panel, the handling is very easy.
6. It is provided with a complete automatic phase adjusting circuit, and also care is taken for anti-smell and dust absorption.
7. Timer can be connected, if requested, for stand-by reception at programmed time.



気象ファックス受信機 KS-387

Specifications TYPE KS-387 :

RECEIVING FREQUENCY RANGE : 2-25MC/S

BAND 1 2MC/S 5MC/S

BAND 2 5MC/S 13MC/S

BAND 3 13MC/S 25MC/S

20 frequencies are received in whole frequency coverage by crystal-controlled local oscillators.

Any frequency can be received by changing crystal.

RECEIVING SYSTEM

Double super-heterodyne system.

Both 1st local oscillator and 2nd local oscillator are crystal-controlled.

TYPE OF EMISSION

*住所 東京都品川区上大崎長者丸284

Address : 284, Chōjiamaru, Shinagawa-ku, Tokyo, Japan.

Radio frequency carrier shift wave (RFCS).

SENSITIVITY
Better than $2\mu\text{V}/\text{m}$ with a signal-to-noise ratio of 20 db.

PASS BAND WIDTH
3 KC/S approx.

RECORDING SYSTEM
Continuous recording system using dry recording paper.

INDEX OF CO-OPERATION
576 288

DENSITY OF SCANNING LINE
9.54 1/mm and 4.76 1/mm

SCANNING SPEED
1 line/sec (60 r. p. m)
1.5 line/sec (90 r. p. m)
2 line/sec (120 r. p. m)

SUS-SCANNING SPEED
6.27cm/min, 9.42cm/min, 12.54cm/min, 18.84cm/min

EFFECTIVE PAPER WIDTH FOR RECORDING
about 200mm

MAXIMUM PICTURE FREQUENCY
900 c/s

STABILITY OF SYNCHRONIZING FREQUENCY
within $\pm 5 \times 10^{-6}$

PHASE ADJUSTMENT
Automatic and manual adjustment.

TUNING INDICATION
By meter.

POWER SUPPLY
Main input A. C 100v $\pm 10\%$, 50 or 60 c/s
Consumption about 90 VA

SIZE & WEICHT
width 310mm, Height 470, Depth 360mm
Weight 35kg approx.

TEMPERATURE CHARACTERISTIC
 $-10^{\circ}\text{C} - +40^{\circ}\text{C}$

PAPER SIZE
width 210mm, Length 60m (rolled).

気象図や新聞ニュース等が、短波を利用して模写電送していることは周知の通りであります。最近船舶に於いて通信の合理化の一翼として、時々変化する気象の情報を入手して航海の安全に備え、また新聞ニュースを受信して航海中の福祉に役立たせるという非営に重要な機器としてクローズアップして参りました。(株)光電製作

所は方向探知機をはじめロラン受信機、魚群探知機等航海用電波計測器の専門メーカーとして数々の製品を販売しているが、今度世界で最も小型にして精度の高いファックス受信機を完成致しました。本製品は各種の船舶の要望に応じて、凡ゆる角度から検討されており、その性能は高く評価されております。

本機を装備すれば世界中各地に於いて最寄りのファックス送信局からのデータを受信記録することが出来、迅速正確な情報入手が確保されます。

光電のファックス受信機K S—387の特長

1 本機は高性能のF S受信機と、受画に必要な機能を全部内蔵しておりますから、電源とアンテナを接続するだけで2~25MC帯の任意の模写放送が受画出来ます。記録紙の有効画面を充分に活用して鮮明な画像が得られる様に新回路を採用していますから8時の紙巾一杯に美しい記録が得られます。

3 TR化によつて消費電力は極めて少なくまた小型船にも適する様今迄にない小型軽量でしかも堅牢に設計されています。

4 受信部には20波の水晶片が挿入出来るようになっておりますので定航路に就航する船では充分と思はれます。また挿替も極めて簡単で、調整箇所はありません。

5 完全な自動位相調整回路が採用してあるので、送画途中から受信をはじめても自動的に画面の位置が調節されます。従つて簡単なタイマーを付けることにより無人受画が可能です。

6 新しく制式化された国際規格に合せ、60, 90, 120回転/分の3速度を採用していますから全世界の海域で受画可能です。

仕 様

受信方式 2~25m/c 全バンドダブルスーパー第1・第2局発とも水昌制御(20波スポット)

感 度 S/N比20dbにて $2\mu\text{V}/\text{m}$ 以上

記録方式 乾式記録紙による連続記録

協同係数 576, 288

画線密度 9.54本/mm及び4.76本/mm

紙送り速度 6.27cm/分, 9.42cm/分, 12.54cm/分, 18.84cm/分, 25.08cm/分

有効画面巾 200mm

位相整合 自動及び手動

同調指示 メーター式

耐温湿性 湿度90%にて $-10^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$

電 源 AC100V $\pm 10\%$ 50~60 \approx 約90VA

寸法重量 470(高) \times 310(巾) \times 360(奥) 35kg

記 録 紙 紙巾210mm 長さ60m



Record

電波航法研究会昭和38年度事業報告

* 電波航法研究会事務局

The Record of the Japanese Committee for Radio Aids
to Navigation in Fiscal Year of 1963.

*Secretary

1. 13 May, 1963: A regular general meeting was held at the grand council-hall in the new building of the Ministry of Transportation. The new staff members were elected at there, and Prof. Toshitada MATUYUKI of the Academy of Defence was appointed to the chairman, and Prof. Minoru OKADA of University of Tokyo to the vice-chairman. After this election. Prof. Torao MOZAI of the Tokyo University of Mercantile Marine lectured about the subject of "The Present Condition of Training for Electronic Navigation in Foreign Countries".

2. 10 June, 1963: A general meeting was held at the No.1 and No.2 council-room in the head building of Maritime Safety Agency. Mr. Minoru ITO, officer of the Institute of Naval Technology, and Associated Prof. Kazutami SHOJI of Tokyo University of Mercantile Marine lectured about "Navigational Satellites". And also, Mr. Kiyomi MINOHARA, engineer of Furuno Electric Co., Ltd. lectured about "Automatic Loran Receiver".

3. 27 Sept., 1963: A general meeting was held at middle council-room in the new building of the Ministry of Transportation. An instruction was held about "The Result of Test of Harbour Radar at Kushiro, Hokkaido" by Maritime Safety Agency.

4. 19~20 Nov., 1963: Got to Minakami-valley for recreation with 50 members. Stopped at Hotel Sui-

meiso, and held general meeting there. Prof. Torao MOZAI lectured about "the Educational Data for Radar Operator in Foreign Countries." After the lecture, enjoyed the dinner party.

5. 24 Jan., 1964: A general meeting was held at the middle council-room in the new building of the Ministry of Transportation. Prof. Torao MOZAI made a proposal to set up a special committee for investigation of radar training course. The proposal was carried after a discussion. Mr. Isoichi TANAKA, engineer of Kodan Electronics Co., Ltd. lectured about "The Seleccoder—Automatic Signal Code Select Receiver".

6. 17 Mar., 1964: A general meeting was held at No.1 and No.2 council-room in head office of Maritime Safety Agency.

(a) Mr. NAKOSHI, chief officer of O.S.K. Line, reported about "The Actual Conditions of Electronic Navigation in Japanese Merchant Marine."

(b) Mr. Hajime IROKAWA of Taiyo Fishing Co., reported about "The Actual Conditions of Electronic Navigation at the Antarctic Ocean and the North Pacific Ocean".

(c) Associated Prof. Yukito IJIMA of the Tokyo University of Mercantile Marine, lectured about the subject of "Laser and its Application to Navigation". (As for the record of fiscal year of 1964 will be reported in the next issue.)

* 所在地 東京都千代田区丸の内1~1 運輸省海運局海務課内

Address c/o The Nautical Section of Shipping Bureau of Ministry of Transportation
1-1, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan.

1. 昭和38年5月13日、運輸省新館9階大会議室において定例総会が開催され、昭和38年度の役員選挙が行なわれ、会長に防衛大学校教授松行利忠氏、副会長に東京大学教授岡田実氏が決定した。次いで、東京商船大学茂在寅男氏から「各国における海上電子航法技術の訓練状況」について講演があつた。

2. 昭和38年6月10日、海上保安庁第1、第2会議室において総会が開催され、防衛庁技術研究所伊藤実氏と東京商船大学庄司和民氏から「航海衛星」について、また、古野電気株式会社の箕原喜代美氏から「オート・ロラン」について講演があつた。

3. 昭和38年9月27日、運輸省新館4階中会議室において総会が開催され、海上保安庁燈台部電波標識課から「釧路ハーバー・レーダの実験結果」について説明があつた。

4. 昭和38年11月19日から翌20日にかけて国家公務員

共済組合連合会水上保養所において総会が開催され、東京商船大学茂在寅男氏から「レーダ・オペレータの教育訓練の内容」について講演があり、講演終了後会員の懇談会が開催された。

5. 昭和39年1月24日、運輸省新館4階中会議室において総会が開催され、東京商船大学茂在寅男氏から「レーダ運用の訓練についての専門委員会の設置」について発案があり、審議の結果了承された。この後、株式会社光電製作所田中磯一氏から「セレーダー」について講演があつた。

6. 昭和39年3月17日、海上保安庁第1、第2会議室において大阪商船株式会社名越肇氏から「海上における商船の電波航法の実情」について、また、大洋漁業株式会社色川元氏から「南氷洋及び北洋における電波航法の実情」について、並びに東京商船大学飯島幸人氏から「レーザの航海への応用」について講演があつた。

電 波 航 法 研 究

正 会 員

氏 名	所 属
阿 部 英 三	安立電気株式会社通信機事業部第2製造部長
柴 田 幸 二 郎	安立電波工業株式会社常務取締役技術部長
岡 田 高	沖電気工業株式会社芝浦事業所技師長
鶴 田 末 一	協立電波株式会社取締役技師長
森 田 孝 一	神戸工業株式会社東京支社技術部長
田 中 磯 一	株式会社光電製作所常務取締役
宇 治 家 彦	三波工業株式会社レーダー課長
森 憲 三	大洋無線株式会社常務取締役
落 合 徳 臣	株式会社東京計器製造所顧問
牧 野 健 一	東京芝浦電気株式会社通信機技術部長
船 津 忠 平	東洋通信機株式会社相模工場航機課長
中 島 俊 之	日本無線株式会社研究部次長
広 沢 鋼 四 郎	日本電気株式会社技術管理室長
佐 山 正 司	日新電子工業株式会社技術部長
道 野 敏 雄	日立製作所戸塚工場
加 藤 増 夫	古野電気株式会社東部支社長
渋 谷 裕	三菱電機株式会社鎌倉製作所電波応用技術課副課長
林 晴 久	大阪商船三井船舶株式会社海技部海務一課長
辻 勉	川崎汽船株式会社東京支社海務課長
秋 本 博 太	山下新日本汽船株式会社海務部副部長
花 本 磐 夫	新和海運株式会社海務部海務課長
菱 谷 清	大洋漁業株式会社船舶部
柴 崎 利 春	照国海運株式会社海務部長
南 迫 倉 治	東京船舶株式会社取締役船舶部長
宮 本 正 春	東京タンカー株式会社海務部長
丸 尾 卓 志	日本郵船株式会社海務部長
西 俣 敬 次 郎	昭和海運株式会社海務課長
作 井 慶 二 郎	ジャパンライン株式会社海務部副部長
入 江 秀 任	日正汽船株式会社船舶部海務課長
北 田 宗 一	水洋会事務局長
細 野 嘉 助	全国漁業無線協会会長理事
白 畑 楫 雄	電子機械工業会無線機器技術課長
野 口 悌 三	日本船主協会常務理事船舶部長
村 上 数 一	日本海難防止協会専務

会 員 名 簿

所 在 地	電 話 番 号
東京都港区麻布富士見町39	東 京 (442) 8171
〃 世田谷区玉川用賀町2の550	〃 (701) 2171
〃 港区芝浦4の1	〃 (452) 4111
〃 目黒区中目黒2の441	〃 (712) 3111
〃 港区芝田村町5の9 浜ゴムビル内	東 京 (433) 0151
〃 品川区上大崎長者丸 284	〃 (441) 1131
横浜市西区北幸町1の35	横 浜 (44) 0050
東京都渋谷区恵比寿西2の20	東 京 (461) 5283
〃 大田区南蒲田2の16	〃 (732) 2111
川崎市小向東芝町1	川 崎 (51) 1111
神奈川県高座郡寒川町小谷 753	茅ヶ崎 5095
東京都三鷹市上連雀 930	三 鷹 (4) 9111
〃 港区芝5丁目7番地15号	東 京 (452) 1111
〃 杉並区天沼1の10	〃 (398) 9136
横浜市戸塚町 216	横 浜 (88) 1221
東京都品川区五反田1の423	東 京 (441) 1163
鎌倉市上町屋 325	鎌 倉 (6) 6171
東京都千代田区内幸町2の1の3 大阪ビル	東 京 (591) 9111
〃 千代田区丸の内1の6の1 新海上ビル	〃 (281) 5951
〃 中央区八重州1の2	〃 (231) 0211
〃 千代田区丸の内2の2 丸ビル内	〃 (201) 0271
〃 〃 〃 1の4 新丸ビル	〃 (271) 1241
〃 港区麻布市兵衛町2の4	〃 (583) 8281
〃 千代田区丸の内2の3	〃 (201) 2431
〃 港区芝田村町1の4 日石本館	〃 (502) 1511
〃 千代田区丸の内2の20	〃 (212) 4211
〃 中央区八重州2の1 井田ビル	〃 (201) 7171
〃 千代田区丸の内2の18	〃 (211) 7351
〃 〃 〃 〃	〃 (216) 1071
〃 港区麻布富士見町39 安立電気株式会社内	〃 (442) 8171
〃 港区赤坂青山北町4の1	〃 (402) 3614
〃 千代田区丸の内3の14 東商ビル	〃 (211) 2765
〃 千代田区内幸町2の1 (大阪ビル2号館)	〃 (502) 4651
〃 港区琴平町35 船舶振興ビル内	〃 (502) 2068

特別會員

氏名	所	属
大 岡 茂	{ 電気通信大学教授 航海訓練所教授	
岡 田 実	東京大学宇宙航空研究所教授	
鮫 島 直 人	東京商船大学名誉教授	
関 口 利 男	東京工業大学電子工学科教授	
松 行 利 忠	防衛大学校教授	
柳 井 久 義	東京大学工学部電子工学科教授	
豊 田 清 治	東京商船大学教授	
清 都 誠 一	電気通信大学助教授	
三 枝 豊	郵政省電波監理局航空海上課長	
小 島 誠 太 郎	水産庁漁船課長	
西 条 利 彦	防衛庁装備局通信課長	
松 井 宗 明	// 技術研究本部第1研究所第4部長	
岩 崎 一 雄	通産省工業技術院地質調査所測量技術研究室長	
清 野 浩	海上保安庁灯台部電波標識課長	
川 上 喜 代 四	// 水路部図書課長	
平 川 忠 夫	// 警備救難部救難課長	
佐 野 一 男	// // 通信管理課長	
愛 沢 新 五	海難審判理事所海難審判庁理事官	
小 松 孝	高等海難審判庁審判官	
梅 沢 春 雄	運輸省船舶技術研究所機装部長	
安 積 健 次 郎	// // 電子航法部長	
北 川 次 郎	// 航海訓練所航海科長	
木 内 文 治	// 船員局教育課長	
佐 藤 美 津 雄	// 船舶局検査制度課長	
船 橋 敬 三	// // 技術課長	
吉 成 貞 男	// 船員局海技試験官	
妹 尾 弘 人	// 海運局海務課長	

幹 事

氏名	所	属
茂 在 寅 男	東京商船大学教授	
庄 司 和 民	// 助教授	
鈴 木 務	電気通信大学講師	

所 在 地	電 話 番 号
{ 東京都調布市小島町	調 布 (82) 2161
{ " 千代田区霞ヶ関 2 ~ 1	東 京 (591) 7838
東京都目黒区駒場856 東京大学宇宙航空研究所	" (467) 1111
横浜市戸塚区瀬谷町4212 (自宅)	
東京都目黒区大岡山 1	東 京 (726) 1111
横須賀市小原台	横須賀 (2) 3812
東京都文京区本富士町 1	東 京 (812) 2111
" 江東区深川越中島	" (641) 1171
" 調布市小島町14	調 布 (82) 2161
" 港区調布飯倉町 6 の 13	東 京 (582) 1111
" 千代田区霞ヶ関 2	" (591) 0411
" 港区赤坂桜町 3	" (408) 5211
" 目黒区三田13	" (713) 6111
川崎市久本町135	" (721) 4291
東京都千代田区霞ヶ関 2 の 1	" (591) 6361
" 中央区築地 5 の 1	" (541) 3811
" 千代田区霞ヶ関 2 の 1	" (591) 6361
" " "	"
" 中央区小田原町 3 の 1	" (542) 2541
" " "	"
" 中央区月島西河岸通12の 5	" (531) 1203
" 三鷹市新川700	武蔵野 (3) 4161
" 千代田区霞ヶ関 2 の 1	東 京 (591) 6361
" " 丸の内 1 の 1	" (211) 4211
" " "	"
" " "	"
" " "	"
" " "	"
東京都江東区深川越中島 2 の 2	東 京 (641) 8364
" " "	"
" 調布市小島町14	調 布 (82) 2161

氏	名	所	属
鈴	木	裕	東京水産大学講師
岡	田	高	沖電気工業株式会社芝浦事業所技師長
柴	田	幸二郎	安立電波工業株式会社常務取締役技術部長
落	合	徳 臣	株式会社東京計器製造所顧問
中	島	俊 之	日本無線株式会社研究部次長
真	田	良	日本船主協会船舶部海務課長
西	俣	敬次郎	昭和海運株式会社海務課長
正	道	憲 二	日本郵船株式会社海務部海務課
北	田	宗 一	水洋会事務局長
鯉	淵	要	郵政省電波監理局航空海上課無線局検査官
井	上	忠 之	水産庁生産部漁船課漁船検査官
伊	藤	実	防衛庁技術研究本部技術開発官付第4班長
岡	田	秀 夫	// 装備局通信課防衛庁部員
今	吉	文 吉	海上保安庁水路部測量課補佐官
只	野	暢	// 灯台部電波標識課専門官
萩	野	芳 造	// 警備救難部通信管理課専門官
木	村	小 一	運輸省船舶技術研究所電子航法部管制施設研究室長
桜	木	幹 夫	// 航海訓練所研究調査部研究第一課
伊	藤	博 美	// 船舶局技術課
杉	野	和 衛	// 海運局海務課

所 在 地	電 話 番 号
東京都港区芝海岸通 6	東 京 (453) 1251
" 港区芝浦 4 の 1	" (452) 4111
" 世田谷区玉川用賀町 2 の 550	" (701) 2171
" 大田区南蒲田 2 の 16	" (732) 2111
" 三鷹市上連雀 930	三 鷹 (4) 9111
" 千代田内幸町 2 の 1 (大阪ビル 2 号館)	東 京 (502) 4651
" 中央区八重州 2 の 1 井田ビル	" (201) 7171
" 千代田区丸の内 2 の 20	" (212) 4211
" 港区麻布富士見町 39 安立電気株式会社内	" (442) 8171
" 港区麻布飯倉町 6 の 13	" (582) 1111
" 千代田区霞ヶ関 2 の 1	" (591) 0411
" 世田谷区池尻町	" (411) 0151
" 港区赤坂桜町 3	" (408) 5211
" 中央区築地 5 の 1	" (541) 3811
" 千代田区霞ヶ関 2 の 1	" (591) 6361
" " "	"
三鷹市新川 700	三 鷹 (3) 4161
東京都千代田区霞ヶ関 2 の 1	東 京 (591) 6361
" 千代田区丸の内 1 の 1	" (211) 4211
" " "	"

List of

Member	
Name	Official Title
Eizo ABE	Manager of 2nd Production Department, ANRITSU Electric Co., Ltd.
Kōjiro SHIBATA	Managing Director, ANRITSU Electronic Works, Ltd.
Takashi OKADA	Chief Engineer, Oki Electric Industry, Co., Ltd., Shibaura Plant
Sueichi TURUTA	Technical Director, KYORITSU DEMPA Co., Ltd.
Kōichi MORITA	Chief of Engineer, KOBE KOGYO Corp., Tokyo Branch
Isoichi TANAKA	Managing Director, KODEN Electronics Co., Ltd.
Iehiko UJI	Chief of Radar Section, Sampa Kogyo K. K.
Kenzo MORI	Managing Director, Taiyo Musen K. K.
Noriomi OCHIAI	Counsellor, Tokyo Keiki-Seizoscho Ltd.
Kenichi MAKINO	Manager, Communication Equipment Engineering Dept., Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.
Chūhei FUNATSU	Chief of Aircraft Section, Tōyō Comm. Equip. Co., Ltd., Sagami Plant
Toshiyuki NAKAZIMA	Assistant Manager of Development Dept., Japan Radio Co.
Koshiro HIROSAWA	Manager, Engineering Administration Office, Nippon Electric Co., Ltd.
Shoji SAYAMA	Manager of Engineering Department, NISSIN Electronics Co., Ltd.
Toshio MICHINO	Totsuka Factory, HITACHI Ltd.
Masuo KATO	Manager of Tokyo Branch, FURUNO Electric Co., Ltd.
Hiroshi SHIBUYA	Electronics Dept., Kamakura Works, MITSUBISHI Electric Corporation
Haruhisa HAYASHI	Manager of Marine Affairs Section, MITSU & O. S. K. Line
Tsutomu TSUJI	Chief in Sect., Marine Affairs Sect., Tokyo Main Branch, KAWASAKI Kisen Kaisha, Ltd.
Hirota AKIMOTO	Sub-manager, Marine Department, YAMASHITA-SHINNIHON Steamship Co., Ltd.
Iwao HANAMOTO	Chief of Marine Section, Marine Department, SHINWA Kaiun Kaisha, Ltd.
Kiyoshi HISHITANI	Shipping Department, TAIYO Gyogyo Kabushiki Kaisha
Toshiharu SHIBASAKI	Chief, Marine Dept., TERUKUNI Kaiun K. K.
Kuraji MINAMIZAKO	Director, Manager of Marine Dept., TOKYO Sempaku K. K.
Toshimasa YAMAOKA	Chief of Marine Department, TOKYO Tanker Co., Ltd.
Takushi MARUO	General Manager of Marine Division, N. Y. K. Line
Keijiro NISHIMATA	Chief, Marine Section, SHOWA Shipping Co.
Keijiro SAKUI	Assistant Manager, Japan Line, Ltd.
Hideto IRIE	The Chief of A Marine Section, Marine Department, NISSHO Shipping Co., Ltd.
Souichi KITADA	Head Official, Suiyo-Kai Association
Kasuke HOSONO	President, Fisheries-Radio Association of Japan
Kajio SHIRAHATA	Chief of Comm. Section of Engineering Department, Electronic Industries Association of Japan
Teizō NOGUCHI	Executive Director, Chief of Ships Department, Japanese Shipowners' Association
Kazuichi MURAKAMI	Managing Director of Japan Association for Preventing Sea Casualties

Member

Address	Tel.
39, Azabu-Fujimichō, Minato-ku, Tokyo	Tokyo (442) 8171
550, 2, Tamagawayoga-chō, Setagaya-ku, Tokyo	Tokyo (701) 2171
10, 4-chōme, Shibaura, Minato-ku, Tokyo	Tokyo (452) 4111
441, 2-chōme, Nakameguro, Meguro-ku, Tokyo	Tokyo (712) 3111
Yokohama-Gomu Building 9, 5-chōme, Shiba-Tamurachō, Minato-ku Tokyo	Tokyo (433) 0151
284, Chōjiamaru, Shinagawa-ku, Tokyo	Tokyo (441) 1131
35, 1-chōme, Kitasaiwai-chō, Nishi-ku, Yokohama-shi	Ynkohama(44) 0050, 0575 6617, 4970
20, 2-chōme, Ebisu-nishi, Shibuya-ku, Tokyo	Tokyo (461) 5283~9
No. 16, 2-chōme, Minami-kamata, Ōta-ku, Tokyo	Tokyo (732) 2111
1-Tōshiba-machi, Komukai, Kawasaki-shi	Kawasaki (51) 1111
753, Koyato, Samukawa, Kōza, Kanagawa	Chigasaki 5095, 5096 5181~5184
930, Kamirenzaku, Mitaka-shi, Tokyo	Mitaka (4) 9111
7-15, 5-chōme, Shiba, Minato-ku, Tokyo	Tokyo (452) 1111
1-10, Amanuma, Suginami-ku, Tokyo	Tokyo (398) 9136
216, Totsuka-machi, Yokohama-shi	Yokohama (88) 1221
423, 1-chōme, Gotanda, Shinagawa-ku, Tokyo	Tokyo (441) 1163~6
325, Kamimachiya, Kamakura, Kanagawa	Kamakura (6) 6171
Osaka Building, 1-3, 2, Uchisaiwai-cho, Chiyoda-ku, Tokyo	Tokyo (591) 9111
1-6-1, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo	Tokyo (281) 5951
No. 2, 1-chōme, Yaesu, Chuo-ku, Tokyo	Tokyo (230) 0211
Maru Building, 2-2, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo	Tokyo (201) 0271
New Marunouchi Building, 6th Floor, 4, 1-chōme, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo	Tokyo (271) 1041, 8218 2141, 1241
4, 2-chōme, Ichibei-chō, Azabu, Minato-ku, Tokyo	Tokyo (481) 8281
3, 2-chōme, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo	Tokyo (201) 2431
9th Floor, NISSEKI HONKAN, No. 4, 1-chōme, Tamura-chō, Shiba, Minato-ku, Tokyo	Tokyo (502) 1511
20, 2-chōme, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo	Tokyo (212) 4211
IDA Building, 1, 2-chōme, Yaesu, Chuo-ku, Tokyo	Tokyo (201) 7171
18, 2-chōme, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo	Tokyo (211) 7351
The same as the above	Tokyo (216) 1071
39, Azabu-Fuzimi-chō, Minato-ku, Tokyo	Tokyo (442) 8171
1, 4-chōme, Akasaka-Aoyama-Kitamachi, Minato-ku, Tokyo	Tokyo (402) 3614
TOSHŌ Building, 14, 3-chōme, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo	Tokyo (211) 2765~9
Osaka Building, No. 1, 2-chōme, Uchisaiwai-chō, Chiyoda-ku, Tokyo	Tokyo (502) 4651
Senpaku-Shinko Building, 35, Kotohira-chō, Minato-ku, Tokyo	Tokyo (502) 2068, 2069

Special Member

Name	Official Title
Sigeru OOKA	{ Professor, The University of Electro-Communications { Professor, The Institute for Sea Training
Minoru OKADA	Professor, The Institute of Space and Aeronautical Science, University of Tokyo
Naoto SAMESHIMA	The Emeritus Professor, Tokyo University of Mercantile Marine
Toshio SEKIGUCHI	Professor, Dept. of Electronics, Tokyo Institute of Technology
Toshitada MATSUYUKI	Professor, Defense Academy, Dean of the Academic Dept.
Hisayoshi YANAI	Dept. of Electronics Engineering, University of Tokyo
Seiji TOYODA	Professor, Tokyo University of Merchantile Marine
Seichi KIYOTO	Assistant Professor, University of Electro-Communications (Semi. of Radio Nav.)
Yutaka SAIGUSA	Director of Aeronautical Maritime Section, Radio Regulatory Bureau, Ministry of Posts & Telecommunications
Seitaro KOJIMA	Chief of Fishing Boat Section, Fisheries Agency
Toshihiko SAIJO	Chief Communication Section, Equipment Bureau, Japan Defence Agency
Muneaki MATSUI	Head of 4th Div., First Research CTR. R & D Institute, Japan Defence Agency
Kazuo IWASAKI	Chief of Surveing Laboratory, Geological Survey
Hiroshi KIYONO	Chief of Radio Navigation Aids Section, Maritime Safety Agency
Kiyoshi KAWAKAMI	Chief, Chart and Publication Section, Hydrographic Div., Maritime Safety Agency
Tadao HIRAKAWA	Chief, Rescue Section, Guard and Rescue Div., Maritime Safety Agency
Kazuo SANO	Chief, Communication Control Section, Maritime Safety Agency
Shingo AIZAWA	Commissioner, The Marine Accidents Inquiry Commissioner's Office
Takashi KOMATSU	Judge of the Marine Accidents Inquiry Agency, High Marine Accidents Inquiry Agency
Haruo UMEZAWA	Chief of Ship Equipment Div., Ship Research Institute, Ministry of Transportation
Kenjiro AZUMI	Head of Navigation Electronics Div., Ship Research Institute, Ministry of Transportation
Jiro KITAGAWA	Chief of the Deck Department, Institute for Sea Training
Bunji KIUCHI	Chief, Educational Section of Seamen Bureau, Ministry of Transportation
Mitsuo SATŌ	Chief, Inspection Section of Ship Bureau, Ministry of Transportation
Keizō FUNABASHI	Chief, Technical Section of Ship Bureau, Ministry of Transportation
Sadao YOSHINARI	Seamanship examiner, Seamen Bureau, Ministry of Transportation
Hiroto SENOH	Chief, Nautical Section of Shipping Bureau, Ministry of Transportation

Secretary

Name	Official Title
Torao MOZAI	Prof. of the Tokyo University of Mercantile Marine
Kazutami SHŌJI	Assistant Prof. of the Tokyo University of Mercantile Marine
Tsutomu SUZUKI	Lecturer of the University of Electro-Communications

Address	Tel.
Kozimachō, Chōfu-shi, Tokyo	Chōfu (82) 2161
Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo	Tokyo (591) 7838
856, Komaba-chō, Meguro-ku, Tokyo	Tokyo (467) 1111
4212, Seyamachi, Totsuka-ku, Yokohama-shi	
Ōokayama, Meguro-ku, Tokyo	Tokyo(726)1111, Ext. 763
Obaradai, Yokosuka-shi	Yokosuka (2) 3812
1, Motofuji-chō, Bunkyo-ku, Tokyo	Tokyo (812) 2111
2, Fukagawa-Echūjima, Kōtō-ku, Tokyo	Tokyo (641) 8364
14, Kojimachō, Chōfu-shi Tokyo	Chōfu (82) 2161
6-13, Azabu, Iikura-machi, Minato-ku, Tokyo	Tokyo(582)1111, Ext. 950
2, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo	Tokyo(591)0411, Ext. 3293
3, Akasaka Hinoki-chō, Minato-ku, Tokyo	Tokyo(408)5211, Ext. 2120
13, Mita, Meguro-ku, Tokyo	Tokyo(713)6111, Ext. 329
Hisamoto-chō, Kawasaki-shi	Tokyo (721) 4291~4293
2-chōme, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo	Tokyo(591)6361, Ext. 229
No. 1, 5-chōme, Tsukiji, Chuo-ku, Tokyo	Tokyo (541) 3811
2-chōme, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo	Tokyo (591) 6361
The same as the above	
No. 1, 3-chōme, Odawara-chō, Chuo-ku, Tokyo	Tokyo (542) 2541~2544
The same as the above	
No. 5, 12-chōme, Tsukishimanishigashidori, Chuo-ku, Tokyo	Tokyo (531) 1203
700, Shinkawa, Mitaka-shi, Tokyo	Musashino (3) 4161
No. 1, 2-chōme, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo	Tokyo(591)6361
1-1, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo	Tokyo (211) 4211
The same as the above	

Address	Tel.
2-chōme, Etchujima, Fukagawa, Kōtō-ku, Tokyo	Tokyo (641) 8364
The same as the above	
14, Kojimachō, Chōfu-shi, Tokyo	Chōfu (82) 2161

Name	Official Title
Hiroshi SUZUKI	Lecturer of the Tokyo University of Fisheries
Takashi OKADA	Chief Engineer, OKI Electric Industry, Co., Ltd., Shibaura Plant
Kōjiro SHIBATA	Managing Director, ANRITSU Electronic Works, Ltd.
Noriomi OCHIAI	Counsellor, Tokyo Keiki-Seizosho Ltd.
Toshiyuki NAKAJIMA	Assistant Manager of Development Dept., Japan Radio Co.
Makoto SANADA	Chief of Marine Affairs Division, Ships Department, Japanese Shipowners' Association
Keijiro NISHIMATA	Chief, Marine Section, SHOWA Shipping Co.
Kenji SHŌDOU	Marine Department, Marine Division, N. Y. K. Line
Souichi KJTADA	Head Official, Suiyo-Kai Association
Kaname KOIBUCHI	Vice Director, Aeronautical Maritime Section, Radio Regulatory Bureau, Ministry of Post & Telecommunications
Tadayuki INOUE	Fishig Boat Inspector, Fishing Boat Section, Production Division, Fisheries Agency
Makoto ITO	Research and Development Headquarter, Japan Defence Agency
Hideo OKADA	Civilian Staff Member, Communication Section, Equipment Bureau, Japan Defence Agency
Bunkichi IMAYOSHI	Assistant Chief, Surveying Section, Hydrographic Div., Maritime Safety Agency
Tohru Tadano	Deputy Chief, Radio Navigation Aids Section, Maritime Safety Agency
Yoshizo HAGINO	Deputy Chief, Communication Control Section, Maritime Safety Agency
Koichi KIMURA	Chief of Traffic Control Section, Navigational Electronics Division, Ship Research Institute, Ministry of Transportation
Mikio SAKURAGI	Department of Research and Investigation, Institute for Sea Training
Hiromi ITO	Assistant Chief, Technical Section of Ship Bureau, Ministry of Transportation
Kazue SUGINO	Assistant Chief, Nautical Section of Shipping Bureau, Ministry of Transportation

Address	Tel.
6-chōme, Shiba-Kaigandōri, Minato-ku, Tokyo	Tokyo (453) 1251~1255
10, 4-chōme, Shibaura, Minato-ku, Tokyo	Tokyo (452) 4111
550, 2, Tamagawayoga-chō, Setagaya-ku, Tokyo	Tokyo (701) 2171
No. 16, 2-chōme, Minami-kamata, Ota-ku, Tokyo	Tokyo (732) 2111
930, Kamirenzaku, Mitaka-shi, Tokyo	Mitaka (4) 9111
Osaka Building, No.1,2-chōme, Uchisaiwai-chō, Chiyoda-ku, Tokyo	Tokyo (502) 4651
IDA Building, 1, 2-chōme, Yaesu, Chuo-ku, Tokyo	Tokyo (201) 7171
20, 2-chōme, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo	Tokyo (212) 4211
39, Azabu-Fujimi-chō, Minato-ku, Tokyo	Tokyo (442) 8171
6-13, Azabu Iikura-machi, Minato-ku, Tokyo	Tokyo(582)1111, Ext. 947
2-chōme, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo	Tokyo(591)0411, Ext. 3295
Ikejiri-chō, Setagaya-ku, Tokyo	Tokyo(411)0151, Ext. 514
3, Akasaka Hinoki-chō, Minato-ku, Tokyo	Tokyo (408) 5211
No. 1, 5-chōme, Tsukiji, Chuo-ku, Tokyo	Tokyo(541)3811, Ext. 230
2-chōme, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo	Tokyo(591)6361, Ext. 230
The same as the above	
700, Shinkawa, Mitaka-shi, Tokyo	Musashino (3) 4161
No.1,2-chōme, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo	Tokyo(591)6361,Ext.299
1-1, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo	Tokyo (211) 4211
The same as the above	

電波航法総目次 (No. 1~No. 5)

No. 1

- 1. 巻頭言.....森 田 清... 1
- 2. 研究調査
 - (1) 「レーダへのミリ波利用」...岡 田 高... 3
 - (2) カラーレーダによる物標の弁別に
関する研究.....落 合 徳 臣...15
- 3. 展 望
 - (1) 航海安全委員会の印象.....若 狭 得 治...23
 - (2) 1960年海上人命安全会議の模様
について.....電波航法研究会事務局...24
 - (3) ドイツの新しい無線装置.....松 崎 光 雄...28
- 4. 講 座
 - (1) レーダ航法.....茂 在 寅 男...31
 - (2) 慣性航法装置の解説.....庄 司 和 民...39
- 5. 研究会記事
 - 電波航法研究会事務局報告.....45
- 6. 海外資料
 - (1) 慣性装置の航海への利用について
.....北川視朗・桜木幹夫抄訳...47
 - (2) 航法と慣性航法.....北川視朗・桜木幹夫抄訳...49
 - (3) レーダ指示方式の改良について
.....木 村 小 一訳...51
- 7. ニュース
 - (1) 新製品紹介.....水 洋 会...51
 - (2) 文献標題
 - The International Hydrographic Review.....60
 - The Journal of the Institute of Navigation ...61
 - 航空関係.....62
 - (3) 電波航法研究会規約.....63
 - (4) 電波航法研究会会員名簿.....64

No. 2

- 1. 巻頭言.....鮫 島 直 人... 1
- 2. 研究調査
 - コナリフレクタについて...庄 司 和 民... 3
- 3. 展 望
 - (1) ロラン局の現状とロランCについて
.....豊福滋善, 宇治田浩...13
 - (2) 第6回航路標識会議の模様とUSCG
でみた電子航法.....川 上 義 郎...18
- 4. 講 座
 - (1) レーダ航法(Ⅱ).....茂 在 寅 男...31
 - (2) 電波六分儀の解説.....木 村 小 一...37
- 5. 海外資料紹介
 - 自動航法におけるラジオセキスタント
の用法.....飯 島 幸 人...43
- 6. ニュース
 - 新製品紹介.....水 洋 会...45
 - 文献標題
 - The Journal of the Institute of Navigation...49
 - Proceedings of the IRE.....49
 - IRE Transactions on Aeronautical and
Navigational Electronics50
- 7. あとがき.....51

No. 3

- 1. 巻頭言.....会長 鮫 島 直 人... 1
- 2. 研究調査
 - (1) 航海用レーダ自動警報装置
.....大岡 茂, 鈴木 務... 2
 - (2) マイクロ波ビーコン.....豊福滋善, 川上義郎... 6
- 3. 報 告
 - 1960年海上人命安全会議におけるレーダ
航法についての各国の意見...杉 野 和 衛...24
- 4. 講 座
 - (1) レーダ機器によつて決定される映像の
特性と航海術上における問題点
.....茂 在 寅 男...28
 - (2) レーダ映像の誤差とその航海術上
の解折.....茂 在 寅 男...32
- 5. 記 事
 - ヨーロッパの旅.....鮫 島 直 人...36
- 6. ニュース
 - (1) 日本無線のコースビーコン.....41
 - (2) 東芝のオートアラーム.....42
- 7. 海外資料紹介
 - (1) M. P. E. S (マイクロ波位置決定方式)
について.....落 合 徳 臣...44
 - (2) 船用レーダ15年の歩み...茂在寅男・川崎義人...47

No. 4

- 1. 巻頭言.....副会長 熊 凝 武 晴... 1
- 2. 研究調査
 - (1) 大阪ハーバーレーダ局について
.....清 野 浩... 2
 - (2) 航法の自動化.....庄 司 和 民... 7
 - (3) レーダ観測者の資格について
.....真 田 良...15
- 3. 展 望
 - 人工衛星を用いた航法.....伊 藤 実...17
- 4. 報 告
 - 西独デュツセルドルフにおける
国際航法会議.....鮫 島 直 人...24
- 5. 講 座
 - ロランCの話.....岡 本 寅 男...31
- 6. 記 事
 - 海鷹丸の南極洋調査.....熊 凝 武 晴...37
- 7. 新製品紹介
 - 5 種波船用レーダ.....協立電波株式会社...42
 - 三菱標準形トランジスタ化VHF/FM
無線電話装置.....三菱電機株式会社...43
 - マイクロ波ロータリービーコン装置
.....安立電波工業株式会社...47
- 8. 海外資料紹介
 - (1) 大型船用レーダ.....落 合 徳 臣...49
 - (2) Laser による測距装置.....飯 島 幸 人...55

No. 5

- 1. 巻頭言.....松 行 利 忠... 1

2. 研究調査	鈴木裕…27
(1) 誘電体レンズレフレクタについて	庄司和民…28
……………落合徳臣…2	
(2) レーダ・ビーコンの一方式…角豊三…11	
3. 講座	
(1) 英国における「レーダ航法に関する告示」について……………茂在寅男…13	
(2) 甲板部士官として見た船舶の自動化……………東京商船大学専攻科…16	
4. 記事	
熊凝先生の思い出……………松行利忠…24	
……………鯨島直人…24	
……………森田清…25	
……………茂在寅男…26	
……………岸本末吉…26	
……………伊藤実…27	
5. 新製品紹介	
自動追尾方式ロラン受信機……………古野電気株式会社…29	
“Nissindyne” NRR-201A T型短波受信機……………日新電子工業株式会社…34	
6. 海外資料紹介	
(1) 新しい全方向式レーダ反射器……………木村小一…36	
(2) 定在波条件で使用するDME 鈴木務…39	
(3) The marine radar Photoplot System……………鈴木裕…41	
(4) ジャイロトロンと蠅……………庄司和民, 飯島幸人…43	
7. 電波航法総目次 (No. 1~No. 4)	

Contents of Back Numbers (No. 1~No. 5)

No. 1

1. Greetings……………Kiyoshi MORITA…1
2. Investigation
(1) Application of Millimetric Wave to Radar. ……………Takashi OKADA…3
(2) Investigation about Discrimination of Targets by Colour Radar. ……………Noriomi OCHIAI…15
3. Observation
(1) The Impression of the Committee for Safety of Life at Sea. ……Tokuji WAKASA…23
(2) About the International Conference on Safety of Life at Sea 1960. ……Secretary…24
(3) New Radio Equipment in Germany. ……………Mitsuo MATSUZAKI…28
4. Lecture
(1) About Radar Navigation. (I)……………Torao MOZAI…31
(2) Instruction of Inertial Guidance. ……………Kazutami SHOJI…39
5. Record
Report from Secretary……………45
6. Data from Abroad
(1) The Application of Inertial Techniques to Marine Navigation. by L. C. Bailache Abstrcted by Jiro KITAGAWA and Mikio SAKURAGI…47
(2) Navigation at Sea by Inertia. by B. de Cremiers Abstrcted by Jiro KITAGAWA and Mikio SAKURAGI…49
(3) Improvement in Radar Data Presentation. by K. V. Curtis and T. J. Kelly Introduced by Koichi KIMURA…51
7. News

(1) Introduction of New Products. …SUIYOKAI…51
(a) KM-722 type of Marine use Speed-metre. ……………Kobe-Kogyo Corporation.
(b) TM-201 type of Radio Range-metre. ……………Taiyo Radio Co., Ltd.
(c) 27 Mc band SSB Radio Telephone Set. ……………Anritsu Electric Co., Ltd.
(2) Introduction of Reviews of Abroad. ……………60
(3) Regulations of the Committee. ……………63
(4) Name table of the Committee. ……………64

No. 2

1. Greetings……………Naoto SAMESHIMA…1
2. Investigation
About Corner Reflectors. …Kazutami SHOJI…3
3. Observation
(1) About the Present Condition of Loran Stations and Loran C. ……………Shigeyoshi TOYOFUKU and Hiroshi UJITA…13
(2) About the Sixth International Technical Conference of Lighthouses and other aids to Navigation; and New Electronic Navigation Systems which were showed at USCG. ……………Yoshiro KAWAKAMI…18
4. Lecture
(1) About Rader Navigation (II)……………Torao MOZAI…31
(2) An Instruction of the Radio Sextant. ……………Koichi KIMURA…37
5. Data from Abroad
The Use of Radio Sextants in Automatic Navigation Systems. by C. M. Cade. Abstrcted by Yukito IJIMA…43

6. **News**
 (1) Introduction of New Products. ...SUIYOKAI...45
 (a) SS-1968 A type of Portable Radio Set for Life Boat.
 ... Toshiba Electronics Industry Co., Ltd.
 (b) Electronic Engine Analyser.
 Kyoritsu Denpa Co., Ltd.
 (2) Introduction of Reviews of Abroad.49

7. **Record**
 Report from Secretary.51

No. 3

1. **Greetings**Naoto SAMESHIMA... 1

2. **Investigation**
 (1) An Automatic Alarm Unit of Radar for Navigating Use.Shigeru OOKA and Tsutomu SUZUKI... 2
 (2) Beacons of Micro Wave.
 Shigeyoshi TOYOFUKU and Yoshiro KAWAKAMI... 6

3. **Reports**
 The Opinions of Foreign Countries about the Electronic Navigation in the International Conference on Safety of Life at Sea 1960.Kazue SUGINO...24

4. **Lecture**
 (1) The Characteristic of Image which is decided by the Radar Set, and the Problems concerning with the Navigation.
 Torao MOZAI...28
 (2) The Errors of the Radar Image and the Analyses of Them about the Navigation.Torao MOZAI...32

5. **Description**
 A Travel in Europe. ...Naoto SAMESHIMA...36

6. **News**
 Introduction of New Products. ...SUIYOKAI...41
 (a) Micro-wave Course Beacon Set.
Japan Radio Co., Ltd.
 (b) ZS-1955 B type of Auto-alarm Radio Receiver for Emergency Signal.
 ...Toshiba Electronics Industry Co., Ltd.

7. **Data from Abroad**
 (1) Microwave Position-fixing System.
 from Supplementary of I. H. B.
 Abstracted by Noriomi OCHIAI...44
 (2) Fifteen Years of Marine Radar.
 by Capt. F. J. Wylie.
 Abstracted by Torao MOZAI and Yoshihito KAWASAKI...47

No. 4

1. **Greetings**Takeharu KUMAGORI... 1

2. **Investigation**

(1) Harbour Radar Station at Osaka Port.
 Hiroshi SEINO... 2
 (2) Automation of Navigation.
 Kazutami SHOJI... 7
 (3) About the Title of Radar Observer.
 Makoto SANADA...15

3. **Observation**
 Navigation with SatelitesMinoru ITO...17

4. **Report**
 About the International Meeting of Navigation at Dussel Dorf in West GermanyNaoto SAMESHIMA...24

5. **Lecture**
 About Loran C.....Torao OKAMOTO...31

6. **Description**
 About the Investigation of South Pole by Umitaka-Maru.....Takeharu KUMAGORI...37

7. **News**
 Introduction of New Products.....SUIYOKAI...42
 (a) Marine Radar of 5 cm wave.
 Kyoritsu Denpa Co., Ltd.
 (b) Mitsubishi Standard type Transisterized VHF/FM Radio Telephone Set.
 Mitsubishi Electric Mfg. Co., Ltd.
 (c) Micro-wave Rotary Beacon Set.
Anritsu Electronic Works, Ltd.

8. **Data from Abroad**
 (1) Marine Radars for Large Ships.
 by Capt. F. J. Wylie
 Abstracted by Noriomi OCHIAI...49
 (2) Laser Ranging System.
 by D. A. Buddenhagen
 Instructed by Yukito IJIMA...55

No. 5

1. **Greetings**Toshitada MATSUYUKI... 1

2. **Investigation**
 (1) Dielectric Lens Reflectors...Noriomi OCHIAI... 2
 (2) A Proposed System for Marine Radar Beacons.....Toyozo SUMI...11

3. **Lecture**
 (1) Navigation with Shipborn Radar in Reduced Visibility.Torao MOZAI...13
 (2) On the Automation of Ships Looked Upon from Navigating Officers.....
The Seminar Group of Navigation of the Post-Graduate Course in The Tokyo University of Mercantile Marine. (Under Prof. T. MOZAI)...16

4. **Description**
 Recollections of the late Prof. Takeharu KUMAGORI.
T. MATSUYUKI;
 N. SAMESHIMA; K. MORITA;
 T. MOZAI; S. KISHIMOTO; M. ITO;

H. SUZUKI; K. SHOJI

5. **News**

Introduction of New Products. ...SUIYOKAI...29

- (a) Automatic-follow-up Loran Receiver.
..... Furuno Electric Co., Ltd.
- (b) "Nissindyne", NRR-201 A type Radio
Receiver.....Nissin Radio Co., Ltd.

6. **Data from Abroad**

- (1) A New Type of Omni-Azimuthal
Radio-Echo Enhancer.
by J. Croney and W. D. Delany.
Abstracted by Koichi KIMURA...36

- (2) A DME Based on Standing Wave
Conditions. by Herrbert R. Wright
Abstracted by Tsutomu SUZUKI...39
- (3) The Marine Radar Photoplot System.
by S. R. Parsons
Abstracted by Hiroshi SUZUKI...41
- (4) The Gyrotron and the Fly.
by A. M. Hardie.
Introduced by Kazutami SHOJI
and Yukito IJIMA...43

7. **Index of Back Numbers (No. 1~No. 4)**

電 波 航 法

昭和 39 年 12 月 15 日 印 刷 1 9 6 4

昭和 39 年 12 月 20 日 発 行 No. 6

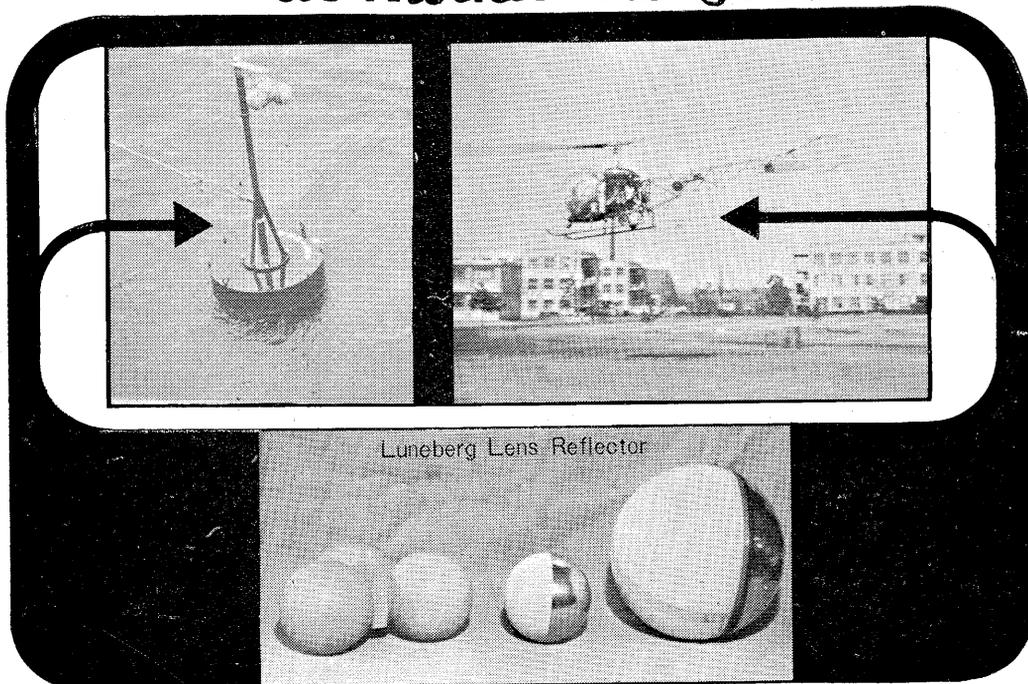
編 集 東京都千代田区丸ノ内 1 ~ 1
発 行 運輸省海運局海務課内

電 波 航 法 研 究 会
Japanese Committee for Radio Aids to
Navigation
c/o The Nautical Section
of Shipping Bureau of Ministry of
Transportation,
1-1, Marunouchi,
Chiyoda-ku, Tokyo, Japan.

東京都中央区西八丁堀 1 ~ 8

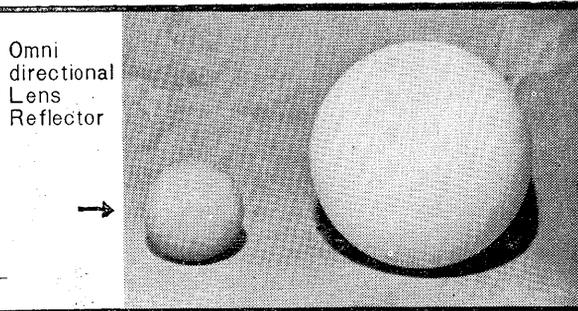
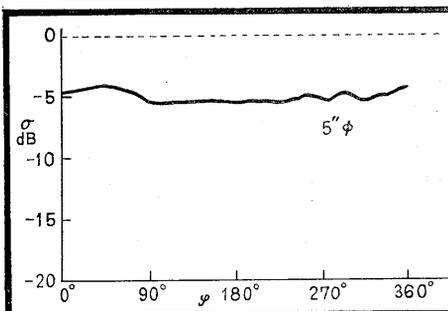
印 刷 株式会社 坂 根 商 店
電 話 (551) 5 2 0 5

Dielectric Microwave Lenses as Radar Targets



Lens Dia inches	Theoretical Radar Cross Section· X Band, m ²
5	2
8	13
10	31
12	65
16	204

Measured values of actual reflectors are within 1.5 dB of theoretical for Luneberg lens reflector and 6 dB of theoretical for omni-directional lens reflector. The reflectivity pattern of the Luneberg lens is depend upon the size of a spherical cap. 140° coverage reflectors are used generally.



Manufacturers of Radar and Loran
TOKYO KEIKI SEIZOSHO CO., LTD.

(Tokyo Precision Instrument Co., Ltd)
Head Office & Plant: No.46,16th, minami-kamata 2-chome, Ota-ku Tokyo
Tel: 732-2111 Cable Address: TOKYOKEIKI TOKYO
Telex: TOKYO KEIKI TOK.