

ELECTRONIC NAVIGATION REVIEW

電波航法

無線方位測定機 特集号



JACRAN. 11
1970
Special Issue
on D.F.

電波航法研究会 発行
Published by the Japanese Committee
for Radio Aids to Navigation

電波航法 第11号 正誤表

頁	行	誤	正	頁	行	誤	正
1	4	MATSUYUKJ	MATSUYUKI	2	6	Wors	Works
3	9	グローバル	グローバル	3	18	全日本航空	全日本空輸
4	6	and information and	and	4	8	computerized	computerized
6	左18	$\frac{N}{720} \cos^2 \phi$	$\frac{N}{120} \cos^2 \phi$	6	左30	$\frac{Y^2}{120 N^2}$	$\frac{Y^2}{120 N^2}$
6	左30	$24 \tan^4 \phi$	$24 \tan^4 \phi$	6	右37	UTMS	UTMの
15	左4	一列で濃い	一列で濃い。	16	右7	じてある	じてある。
16	右3	4375±40	9375±40	17	右10	(9735 MHz)	(9375 MHz)
17	右7		(43頁につづく)	34	右16	greatly	greatly
35	右7	アクセサリ-る化	アクセサリ-と化	35	右16	Dhofu-shi	Chofu-shi
36	左26	誤差垂直導体	誤差, 垂直導体	37	6	安 安	安 定
37	12	定 安	安 定	37	29	考慮る要	考慮する要
43	左2	IMC	IMC	43	20	(18頁よりつづく)	(17頁よりつづく)
43	左24	写真8参照)	(写真8参照)。	43	右38	損失又以上の	……損失 又以上の……
44	4	Dirction	Direction	44	右3,13	IMCO	IMCO
44	右15	けと強制	けを強制	45	右6	変動を覚え	変動を覚え
45	右42	第1項には」	第1項には「	45	右43	は船舶法第1条	は船舶法第2条
45	右45	と」する。とある。	とする」とある。	47	4	Air Born	Air-Borne
49	左2	5FI段	IF5段	50	左4	周波バンド	周波数バンド
50	左15	永平面	水平面	51	左14	まソリッド	またソリッド
51	右13	ない又,	ない。又、	55	左6	建追物	建造物
56	右33	容量変化状	容量変化状態	58	左1	1の写真は写真に	1の状態を写真に
58	左20	いる方位指示	いる方位指示	58	左28	かれた。	られた。
60	右22	周数不	周波数不	60	右25	が大構造の影響物	構造物が大の影響
61	左10			65	右1	不, あるいは、	不, あるいは、
66	左7	比倍り	比倍りする。	72	右7	受していない	受信していない
74	右4	海上保安庁(船務部)	海上保安庁	78	左1	周波に	周囲に
78	左3	よる偏向方式	よる静電偏向方式	78	右11	-10 dB以下	-10dB以下
89	左3	~53KHZ	~535 KHZ	89	左4	3.2KHZ	3.2 MHz
89	左7	~53KHZ	~535 KHZ	89	右1	535 HZ	535 KHZ
90	左10	council, hall.	council hall.	90	左25	Ist	1st
90	左28	Mercaantile	Mercantile	90	右24	koichi	Koichi

— 目 次 —
CONTENTS

巻 頭 言.....会長 松 行 利 忠...(3)
Forewards Chairman Toshitada MATSUYUKI

アメリカ航海学会へのメッセージ
The Message to the Institute of Navigation of United State of America(34)

論 文
Research

UTM 法によるデッカ新使用法.....安 藤 清...(5)
A New Method of Decca Navigation by UTM Method Kiyoshi ANDOH
船用トランスポンダの評価試験.....吉 村 士 郎...(12)
Evaluation Test of Transponder-Beacon Shiro YOSHIMURA
プロットイングの自動化とレーダオートプロッタ.....飯 島 幸 人...(18)
Radar Auto-Plotter Yukito IJIMA
鈴木 務
Tsutomu SUZUKI

紀 行
Foreign Conditions

ユーロポート博覧会に参加して.....田 中 磯(30)
Participation Report on the Europort 69 Exhibiton Isoichi TANAKA

特 集
Special Issue

方位測定機の歴史.....茂 在 寅 男...(32)
A History of the Radio Direction Finder Torao MOZAI
方向探知機の誤差に対する一考察.....清 都 清(35)
An Analysis for the Error of the Direction Finder Seiichi KIYOTO
船舶用方向探知機に対する陸上援助システム.....海上保安庁電波標識課...(40)
Shore Based Aids Systems for the Marine Direction Finder
Maritime Safety Agency Radio Navigation Aids Division
方向探知に関する法規解説.....原 田 純 蔵...(44)
Rules for Direction Finder Junzo HARADA
航空機用方向探知機の現状.....猪 子 尚 夫...(47)
Air Born Direction Finder at Present Hisao INOKO
方向探知機輸出台数と装備船数の動向.....海上保安庁燈台部電波標識課...(52)
Trends of the Number of Export Direction Finders
and Ships Equipped Direction Finder
Maritime Safety Agency Radio Navigation Aids Division
ドプラ方向探知機.....中 島 昭 良...(55)
Doppler Direction Finder Akira NAKAJIMA
3~30 MHz 帯の船舶用無線方向探知機.....平 尾 健(59)
Shipboard Radio Direction Finder Installation for the 3 to
30 MHz Range Kenichi HIRAO

紹介

Introduction

- AD3型自動無線方位測定機……………安立電波工業KK…(63)
AD3 Automatic Radio Direction Finder Anritsu Electronic Works
レジャーボート用自動方向探知機……………安立電波工業KK…(64)
Automatic Direction Finder for Leisure Boat Anritsu Electronic Works
無線電話遭難周波数の大型船用方向探知機……………篠田英司…(65)
Direction Finder on the Radio Telephone Distress Frequency Eiji SHINODA
勝部勇次郎
Yujiro KATSUBE
斎藤幸雄
Yukio SAITO
光電製作所の無線方位測定機……………原通夫…(69)
Radio Direction Finders of Kodan Electronics Co. Ltd. Michio HARA
船舶用方向探知機について……………蜂谷清悦…(76)
Direction Finders of Furuno Electric Co. Seietsu HACHIYA
海外の方向探知機……………庄司和民…(85)
D.F in Foreign Countries Kazutami SHOJI

事務局記事

Record

- 電波航法研究会・昭和43年度事業報告……………(90)
Record of the work Carried Out by Japanese Committee for Radio
Aids to Navigation during Japanese Fiscal Year 1968

巻 頭 言

会 長 松 行 利 忠

いよいよ1970年代に突入し、世の中は正に「革新」のるつぼの中に居るといえそうである。すなわち技術革新といつたり、情報化時代という言葉には、コンピューターとかシステムとかいつたものを踏まえて、何か今までと違ったものを待望し、創造するというムードが含まれていて、何となくじつとしてはおれないような雰囲気にかりたてる。

電波航法界においてもその例外でなく、船舶は20万トンから30万トンと超大型化に向いつつあり、一方航空機は今やジャンボジェットの出現を見て、SSTが空を飛び交う時期も目近に迫っているといえる。そうすれば、航法も必然的にグローバルなものとなり、電波航法援助装置としては最後のものとして名付けられたというオメガ網の完成も急がねばならないし、人工衛星の有効且つ経済的な利用法も早急に開発されねばならない。

一方人間生活の向上と繁忙さの故に、人や物の動きが一段と活発になるに伴って、陸・海・空・交通の濃度が高くなつてき、これが海や空の場合、船舶・航空機の正確な位置の確認の必要をますます高めるとともに、管制の問題がいよいよ高度化・ふく雑化の度を加えてくる。そこで電波航法技術は航行の質の問題と、量の問題とに対処する必要に迫られることとなり、正しく革新が待望される。

このときにあたり、わが電波航法研究会は新たに日本航空と全日本航空の両社を会員として迎えた。従来歴史的推移から、海面上の航法を主体として研究していたわが研究会が、今や三次元の航法と取り組む機会を得た訳であつて、われわれとしてはこの際思いを新たにして研究の活発化を計るよう一段と奮起するとともに、さらに新しい科学である海洋開発に目を向け、これが航法との関連につき速やかに研究を進めることを念願する次第である。

Foreword

Prof. Toshitsda MATSUYUKI
Chairman, Japanese Committee
for Radio Aids to Navigation

1970's have started here, which may be said the Era of Innovation. Such words as technical innovation and information and information age contain, I feel, the mood that people should plan and produce something different from those things existed hitherto, taking account of modern computerized and systemized technologies.

The field of electronic navigation with which we concern is not the exception of this mood. Ships are growing up to as large as 300,000 tons, while giant airplanes named "Jumbo Jet" have already appeared in the air, suggesting the situation that SST's would come to the first line in the very near future. Then navigation should become global, and, in effect, it is demanded that the establishment of a worldwide Omega network be expedited and the effective and economical way of utilizing navigational satellites be developed as early as possible.

On the other hand, the fact that human livings get higher and busier brings more active movement of human and various products on land, sea and in the air. It means that fixing of accurate position of a ship or an airplane is more strictly requested in case of sea or air, while the problem of navigation control becomes much more difficult and complex on account of traffic congestion. Consequently electronic navigation techniques face to both qualitatively and quantitatively serious problems. This fact reveals why innovations are required in our research field.

At this moment, we received Japan Air Line Co. and All Nippon Air Ways Co. as new members of our committee. So we have had the opportunity of extending our research field to the three dimensional environment. We must be determined to do our best for more efficient research works. Moreover, I feel that we must direct our interest toward the oceanographic exploration to find our way of contribution to cope with that technology.

論文

Research

UTM法によるデッカ新使用方法

*海上保安庁経理補給部工場

安藤 清

A New Method of Decca Navigation by UTM-method

*Maritime Safety Agency

Kiyoshi ANDOH

1. まえがき

従来よりロラン、デッカ等の双曲線援助方式の位置線は一般にメルカトル図法による海図上に加刷されている。

吾々の日常生活における寸法、距離は一般にメートル法により規制されており、海図は緯度、経度で表わしてあるので海図上の位置線交点間の距離を正確に読みとるには、緯度をパラメータとして経緯度長の換算を行わなければならないと不便がある。

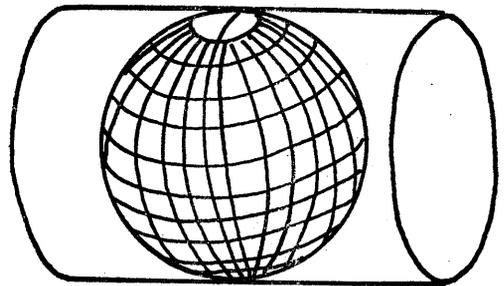
そのため精度、確度の高いデッカの位置線をメートルを単位としたXY直交座標上に表わし、位置決定を精密に行なえば各方面でのデッカの使用分野が大幅に広がるものと考えられる。

このデッカの位置線をメートル単位のXY座標上に表わすのにUTMを利用し、精密かつ容易に位置決定を行なうため格線テーブル格線グラフを開発した。

2. UTM法について

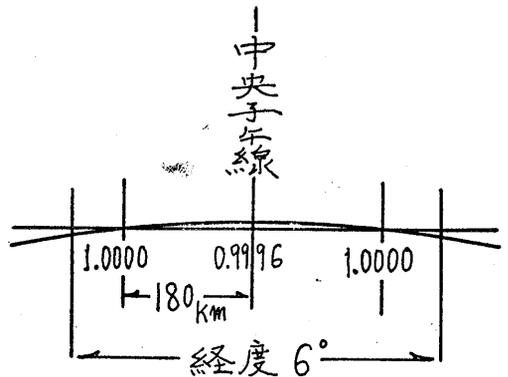
UTMとはユニバーサル横メルカトル図法 (Universal Transverse Mercator's Projection) の略で、第二次世界大戦末期連合軍によって戦略用として開発されたもので横メルカトル図法 (TM図法) を用い地球表面を経線に沿って6度毎の60ゾーンに区分し、そのゾーン毎に中央子午線を作つて平面上に投影するものである。

地球の球面を第1図に示すように横軸円筒面で表わす



第 1 図

E 500,000 m



第 2 図

*東京都千代田区霞ヶ関
kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo, Japan

ので、第2図に示すように若干の縮小率が与えられるが、大略的には緯度、線経度線をX、Yの格線座標に変換して、メートルを単位とし表わしているものと考えてよい。

各位置の緯度、経度をUTMのXY直交座標に表わすために地球を回転楕円体として、Bessel定数を用いて取扱っている。

緯度、経度より平面直交座標X、Yを求める変換式は次式で与えられ Bessel 定数

長半径 $a = 6377397.155$ メートル

扁平率 $f = 1/299.1528128$

を用いている。

$$\begin{aligned} \frac{X}{m_0} = & B + \frac{N}{2} \sin\phi \cdot \cos\phi \left(\frac{\Delta\lambda}{\rho}\right)^2 \\ & + \frac{N}{24} \sin\phi \cdot \cos^3\phi \left(5 - \tan^2\phi + 9\eta^2 + 4\eta^4\right) \left(\frac{\Delta\lambda}{\rho}\right)^4 \\ & + \frac{N}{720} \sin\phi \cdot \cos^5\phi (61 - 58\tan^2\phi + \tan^4\phi) \left(\frac{\Delta\lambda}{\rho}\right)^6 \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$\begin{aligned} \frac{Y}{m_0} = & N\cos\phi \cdot \left(\frac{\Delta\lambda}{\rho}\right) + \frac{N}{6} \cos^3\phi (1 - \tan^2\phi + \eta^2) \left(\frac{\Delta\lambda}{\rho}\right)^3 \\ & + \frac{N}{720} \cos^5\phi (5 - 18\tan^2\phi + \tan^4\phi) \left(\frac{\Delta\lambda}{\rho}\right)^5 \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(2)$$

その位置の縮小率 ((Scale factor) は次式で与えられる。

$$m = m_0 \left\{ 1 - \frac{1}{2MN} \left(\frac{Y}{m_0}\right)^2 + \frac{1}{24M^2N^2} \left(\frac{Y}{m_0}\right)^4 \right\} \quad \dots\dots\dots(3)$$

逆に平面直交座標より緯度、経度を求める変換式は次式で与えられる。

$$\begin{aligned} \phi = & \phi_1 - y^2 \rho \frac{\tan\phi_1}{2M_1N_1} \\ & \left\{ 1 - \frac{y^2}{12N_1^2} (5 + 3\tan^2\phi_1 - 9\tan^2\phi_1 \cdot \eta_1^2) \right. \\ & \left. + \frac{y^4}{360N_1^4} (61 + 90\tan^2\phi_1 + 45\tan^4\phi_1) \right\} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(4)$$

$$\begin{aligned} \Delta\lambda = & \frac{y\rho}{N_1\cos\phi_1} \left\{ 1 - \frac{y^2}{6N_1^2} (1 + 2\tan^2\phi_1 + \eta_1^2) \right. \\ & \left. + \frac{y^4}{120N_1^4} (5 + 28\tan^2\phi_1 + 24\tan^4\phi_1) \right\} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(5)$$

$$y = \frac{Y}{m_0}, \quad x = \frac{X}{m_0}$$

- B : 赤道からの子午線弧長
- M : 子午線曲率半径
- N : 平行圏曲率半径
- ϕ : その位置の緯度

$\Delta\lambda$: その位置の中央子午線との経度差

m_0 : 中央子午線上の縮小率

η : NとMの曲率関係

ρ : 弧度換算係数

2点 ($X_1 Y_1, X_2 Y_2$) 間の距離は次式で与えられる。

$$D = \frac{1}{m_0} \left\{ 1 - \frac{1}{6Rm_0^2} (Y_1^2 + Y_1Y_2 + Y_2^2) \right\} \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2} \quad \dots\dots\dots(6)$$

X軸の0度すなわち座北と真北との関係は次式で与えられる。

$$\begin{aligned} C = & \sin\phi \cdot \Delta\lambda + \sin\phi \cdot \cos^2\phi \left(\frac{N}{M} - \frac{2}{3}\right) \left(\frac{\Delta\lambda}{\rho}\right)^3 \\ & + \frac{1}{15} \sin\phi \cdot \cos^4\phi (2 - \tan^2\phi) \frac{\Delta\lambda^5}{\rho^5} \end{aligned} \quad \dots\dots\dots(7)$$

UTM格線座標の方式は次の特性をもっている。

- a. 投 影 : 横メルカトル (ガウス・クリューゲル)
- b. 経度の基点 : 各ゾーンの中央子午線
- c. 緯度の基点 : 0度 (赤道)
- d. 単 位 : メートル
- e. 基点の北への距離 : 北半球 0メートル
南半球 10,000,000メートル
- f. 基点の東への距離 : 500,000メートル
- g. 中央子午線における縮小率 : 0.9996
- h. ゾーン番号 : ゾーン #1 (西経180°~174°) より東回り, ゾーン #60 (東経174°~180°) まで
- i. 緯度の限界 : 北緯80度
南緯80度
- j. ゾーンの範囲 : ゾーンは子午線によつて区切られ、この子午線の経度はグリニウイッチを基準として 6°W または 6°E の倍数である。
- k. 重複部分の制限 : 大縮尺地図においては隣接ゾーンとのどちらの接合部の重複部分約25マイル (隣接ゾーン部) は参考としてのみ用いる。

第3図はUTMS構成を示す説明図である。

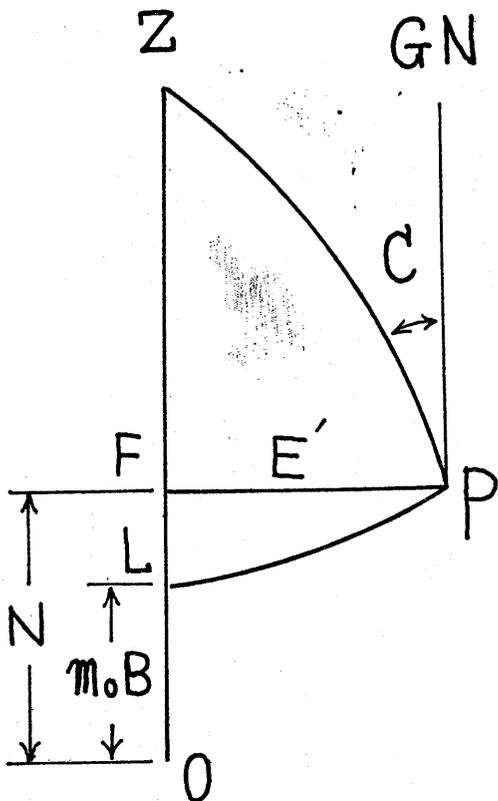
- O : 基点
- OZ : 中央子午線
- GN : 座北
- FP : 中央子午線よりの格線距離Y
- OF : 基点よりの格線距離X

OL : 基点よりの子午弧長 (m_0B)

LP : P 点の緯度平行線

C : P 点の座北と真北を夾む角

日本近傍におけるゾーン番号は第4図に示すように #51~#55 で中央子午線は東経 123 度, 129 度, 135 度, 141 度, 147 度である。



第 3 図

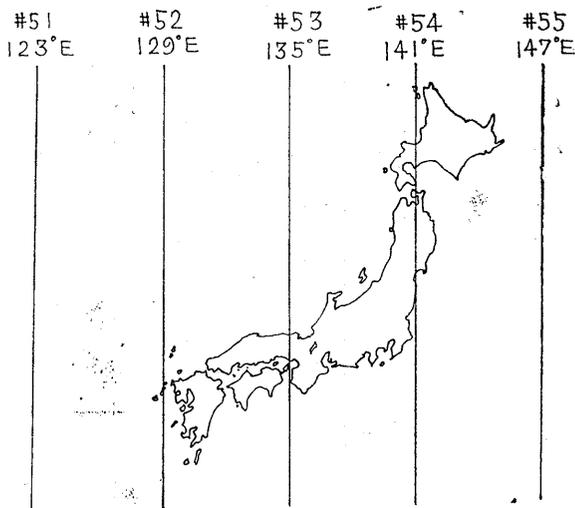
UTMの精度はUTM変換の場合 $\pm 0.01m$, ϕ 逆変換の場合 ± 0.001 秒以内である。

前式(1)~(4)のUTM変換および ϕ 逆変換を電子計算機により処理できるよう NEAC 2200-400 によるソフトウェアを当工場で開発しており, 多方面に利用している。

またこのUTM変換および逆変換するのに便利のように, 米国防軍地図部 (ARMY MAP SERVICE) より砲爆撃用および測量用としてUTM 格線テーブル (UTM Grid Table) I, II巻が刊行されている。

3. 格線テーブルおよび格線グラフ

デッカ位置線の誤差は定誤差すなわちシステム誤差とランダム誤差に分けられ, システム誤差は電波伝搬速度等に基づく誤差で, 相対的に一定であるとするとき間において限定された一定海域内における位置線の間隔および



第 4 図

び向きは相対的に一定であることになる。

ランダム誤差はデッカ局の同期発射に関する誤差, デッカ受信機デコメータ観測誤差, デコメータ自体の誤差等に原因するものである。

精度の高い位置線の表示および位置決定法として格線テーブル, 格線グラフが考えられる, これの作成については前述のデッカ位置の線誤差に関して陸上電波伝搬速度の適否については考慮せず海上電波伝搬速度は一定として, 限定された利用海域内の位置線の交角, レーン幅は相対的に一定であるものとする。

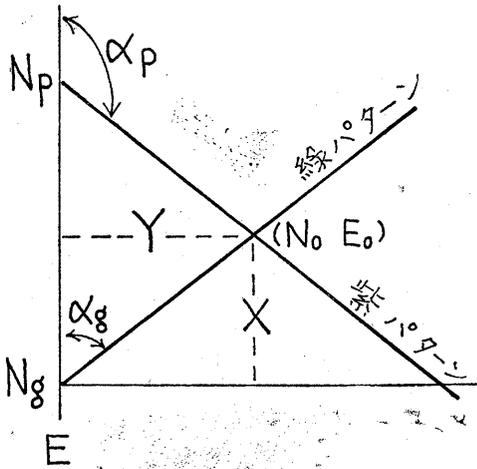
位置決定の絶対値を必要とする場合は基準点を定め, その位置とそのレーン観測値より利用海域の格線テーブル, 格線グラフのレーン記載値を相対的に移動すればよく, またレーン観測値より限定海域についてのみの最適陸上電波伝搬速度を算出して格線テーブル, 格線グラフを作成する。

格線テーブルの一例としてはX軸上に $1/100$ レーン毎に $0.1m$ の精度で位置線の位置を記載し, Y軸は双曲線の発散を考慮して適当な距離 ($0.5 \sim 10km$) とり記載範囲を定め, かつ位置線とX軸との交角を記載したものを各デッカ組局毎に作成したものである。

第1表は格線テーブルの一例である。

格線テーブルのレーン計算はX軸またはY軸に沿って数百m毎に有効数字 $1/100$ レーンの桁で算出し二次補間により $1/1000$ レーン毎の位置を精度 $0.1m$ で算出し, 位置線のX軸またはY軸と成す角は有効数字5桁まで算出する。

格線テーブルに記載する数字は必ずしも赤道上の基点からの距離で示すUTM表示でなくてもよく, 利用海域



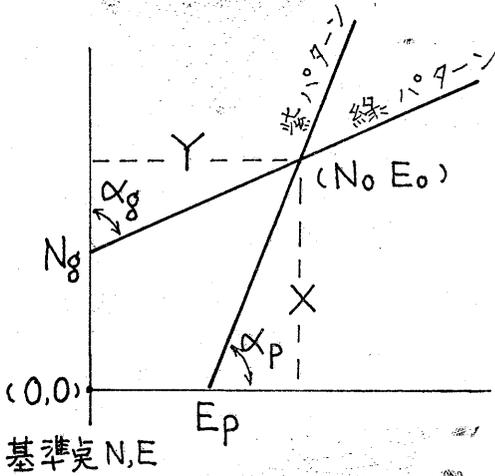
$$X = Y \cot \alpha_g$$

$$X = (N_p - N_g) + Y \cot \alpha_p$$

$$Y = \frac{N_p - N_g}{\cot \alpha_g - \cot \alpha_p}$$

$$N_0 = N_g + X$$

$$E_0 = E_p + Y$$



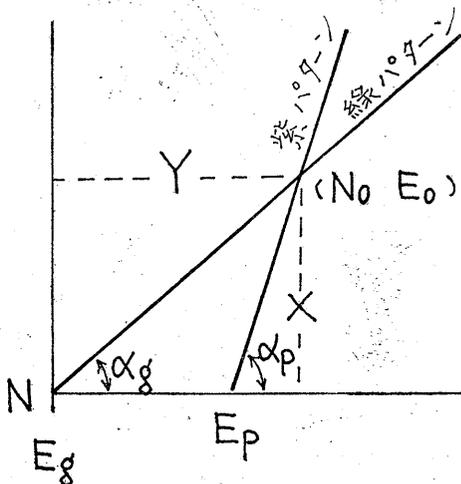
$$X = N_g + Y \cot \alpha_g$$

$$X = (Y - E_p) \tan \alpha_p$$

$$Y = \frac{N_g + E_p \tan \alpha_p}{\tan \alpha_p - \cot \alpha_g}$$

$$N_0 = N_g + X$$

$$E_0 = E_p + Y$$



$$Y = X \cot \alpha_g$$

$$Y = (E_p - E_g) + X \cot \alpha_p$$

$$X = \frac{E_p - E_g}{\cot \alpha_g - \cot \alpha_p}$$

$$N_0 = N_g + X$$

$$E_0 = E_g + Y$$

緑パターン 第1表 格線テーブル

レーン数	N_g	$\cot \alpha_g$
D 47.00	4788	430.7
01		448.8
02		467.0
03		485.1
04		503.3
05		521.4
06		539.6
07		557.7
08		575.9
09		594.0
D 47.10	4788	612.1
11		630.3
12		648.4
13		666.5
14		684.6
15		702.7
16		720.8
17		738.9
18		757.1
19		775.2
D 47.20	4788	793.3
21		811.4
22		829.5
23		847.6
24		865.6
25		883.7
26		901.8
27		919.9
28		937.9
29		956.0
D 47.30	4788	974.0
31		992.1
32	4789	010.1
33		028.1
34		046.1
35		064.1
36		082.2
37		100.2
38		118.2
39		136.2

内に基準原点を定めて記載する方が使用し易いものとも考える。

レーン観測値より格線テーブルにより、2本の位置線の交点である位置を決定するには作図によらず数値処理のみにより行なう。

第5図は数値処理の説明図で位置線の傾角により3種類あり、格線テーブルもこれに従って位置線の位置、X軸、Y軸との傾角を記載してある。

このようにして格線テーブルによる位置決定の算出精度は0.1mで双曲線の発散を考慮した場合でも1m以下となるよう格線テーブルは作成してある。

格線グラフは方眼目盛用紙に利用海域の地物と $1/100$ レーン毎の位置線を数組印刷したもので利用海域に徒つて適当な縮尺($1/5,000 \sim 1/50,000$)で表わしたものである。

位置決定はグラフ上で2本の位置線が交る点で決り、その点までの距離は方眼目盛より読みとれる。

格線グラフの作成は格線テーブル作成の計算と同様でテーブルの記載値で作図してあると考えてよい、そのため位置決定の精度は縮尺により決り縮尺 $1/5,000$ の場合で1m程度と考えられる。

第6図は格線グラフの一例である。

デッカシステム誤差が若干変動したときで、位置決定の絶対値を必要とする場合は基準点を陸上または海上に定めこの点の位置での使用時の各位置線のレーンを観測し格線テーブル記載値をそのシステム誤差変動分だけ補正する、格線グラフにおいては位置線の番号を基準点のレーン観測値と一致するよう補正する。

4. デッカ新使用方法

メートル単位でXY格線座標上にデッカ位置線および地物が表わされ、他の電波応用位置決定方式と異なり利用者側においては特に施設を開局する必要はなく、従つてこれに伴う電波周波数割当、無線従事者、受信計測装置を必要とせずデッカ受信機のみで利用できるもので次のような各方面に広く使用できるものとする。

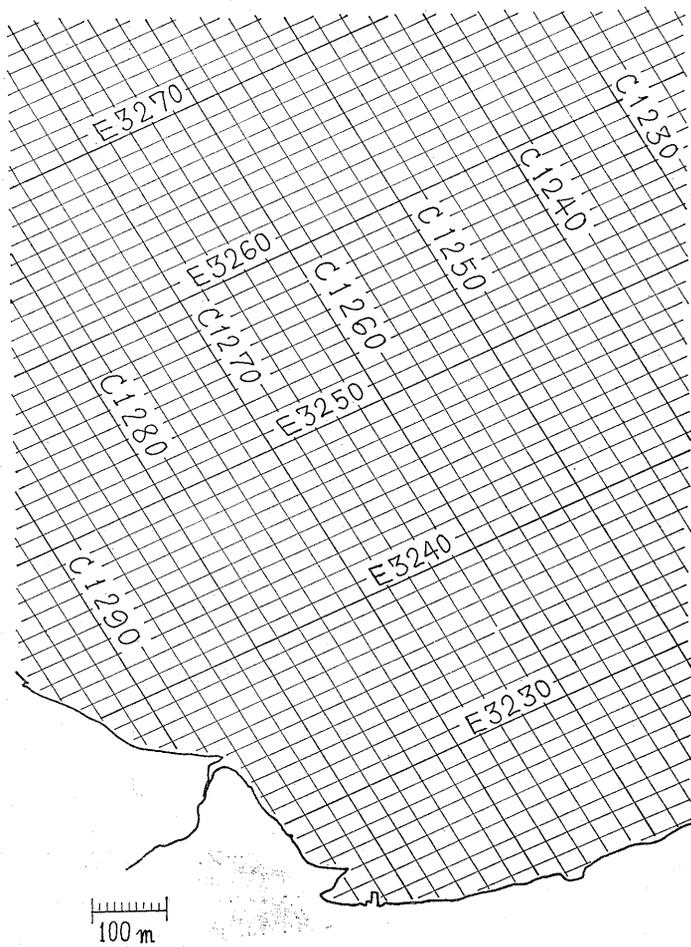
- a. 船舶性能試験
- b. 海底資源探鉱および掘削装置の位置決定
- c. 浚渫工事の位置制御
- d. ケーブル、パイプ布設工事
- e. 港湾保全作業
- f. 港湾建設計画
- g. 海底搜索計画
- h. 掃海作業
- i. 一般水路測量
- j. 海底図測量
- k. 燈浮標設標作業
- l. 海上交通管制計画
- m. 電波航法援助施設システム評価試験

第7図は船舶性能試験をデッカを使用して行ない格線テーブルにより数値処理した結果を図示したものである。

なおこの場合旋回運動のXY成分が数値上で分解できるので旋回径、旋回横距、旋回縦距が容易に正確に得られる利点があり、座標のX軸は真北と一致するので有利であった。

5. 今後の問題点

1mの精度、確度で位置決定が行なえ、かつ安定であるためには次の諸問題について調査研究、開発改善が望まれる。



第 6 図

a. 位置線変動の安定化の調査

デッカ送信局間の同期安定度の向上化を計り、またデッカ電波伝搬速度変動原因の解析を行ない、季節、月、日変動等の予測を実施し、これに基づく同期予測を行なう。

b. 指定海域の選定

位置線の交角、レーン幅、位置線の発射について検討しこの方式に最も適し、かつ利用者の便を考えた海域を選定し、位置決定の確度を調査し、確度品位を決める。

c. 格線テーブル、格線グラフの公示

指定海域について格線テーブル、格線グラフを作成し、一般に公示することについて調査研究する。

d. デッカ受信機の精度向上

現在の精度 $1/100$ レーンのデコメータ回路に簡単に付加できる精度 $1/1,000$ レーンの平均値指示のデジタル指示器を開発する。

e. 船舶性能試験用計時記録器の開発

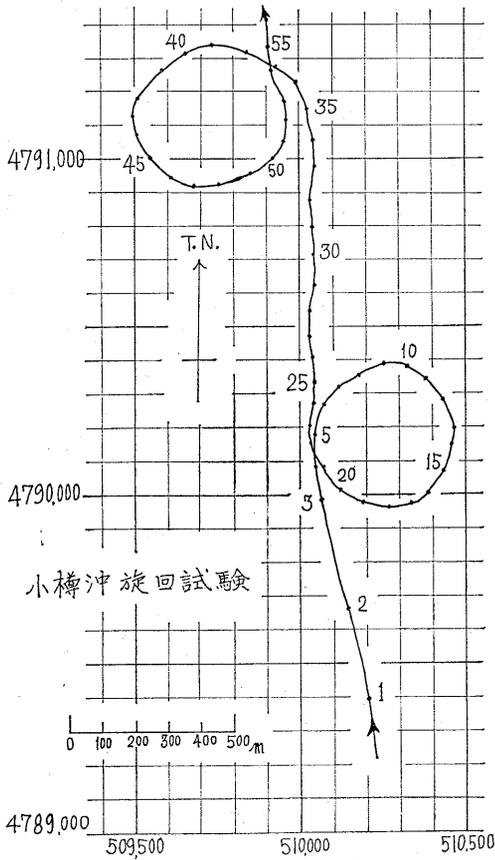
性能試験の場合、時間計測精度は速力試験で0.1秒、旋回、前後進スパイラルの各試験で0.5~1秒が要求されるのでデッカ送信タイムスケジュールに同期した時計と同時にレーン指示値を記録する装置を開発する。

f. デッカ受信アンテナ設置位置の選定調査

1mの精度で位置決定が行なえるので当然受信アンテナ設置位置を船中心軸上で近傍建造物の影響を受けない所を選定するための調査を行なう。

g. 格線テーブル、格線グラフの誤差評価試験の実施

海岸線地形および電波伝搬経路による利用海域内の位置線への影響を調査するため評価試験を実施する。



第 7 図

6. むすび

UTMを利用したデッカ新使用方法について概要を述べたが使用方法については各分野で吾々が思いつかぬことにも応用できるものと思われます。忌憚のない御意見、御助言を頂ければ幸甚に存じます。

なお格線テーブルについては小樽沖、函館沖が完成しており、室蘭沖、佐世保沖、長崎沖、伊万里沖について作成中であり、格線グラフについては瀬戸内海について検討中であります。格線テーブル作成については電子計算機NEAC 2200-400によるソフトウェアを当工場で開発中で利用者の要望により任意の海域について直ちに作成できるよう準備中であります。

(55頁よりつづく)

4. むすび

以上から知られるように、1,000トン未満の商船、20トン未満の漁船のように、電波航法機器の装備率がとくに悪い場合を除くと、方向探知機の装備率は、商船において80パーセント以上、漁船においては、規模によって多少の差はあるが、きわめて高い装備率を示している。しかしながら、商船の場合にはレーダが、漁船の場合には50トン未満において、ロラン受信機、50トン以上において、レーダが、それぞれ方向探知機を押えて装備率第1位を占めていることは、注目すべきである。

第 4 表 漁船規模別各種電波航法機器装備状況 (5トン以上の漁水動力漁船)

区分 漁船規模	隻数	方 探		ロ ラ ン		レ ー ダ	
		装備隻数	装備率	装備隻数	装備率	装備隻数	装備率
5 ~ 10 トン	6,580	478	7.3%	275	4.2%	244	3.7%
10 ~ 20	5,553	712	12.8	922	16.6	498	9.0
20 ~ 30	891	458	51.4	452	50.7	391	43.9
30 ~ 50	2,615	1,803	68.9	1,825	69.8	1,702	65.1
50 ~ 100	2,810	2,225	79.2	1,707	60.7	2,272	80.9
100 ~ 200	939	686	73.1	758	80.7	788	83.9
200 ~ 500	933	912	97.7	775	83.1	926	99.2
500 以上	230	229	99.6	177	77.0	230	100
総 計	20,551	7,503	36.5	6,891	33.5	7,051	34.3

第 4 次漁業センサセ (44.11.1) 農林省統計調査部
調査結果概報による。

船用トランスポンダの評価試験

*第三管区海上保安本部燈台部電波標識課

吉村 士郎

Evaluation Test of Transponder-Beacon

*The 3rd Regional Maritime Safety Headquarters

Shiro YOSHIMURA

序論

船舶用の9GHZ帯レーダを装備する一般船舶に対して、PPIに位置情報を提供する全半導体化トランスポンダが、我が国で始めて房総半島の突端の布良鼻に設置され、昭和44年5月1日より正式業務を開始したが、実用機器はこれ迄2回の試作実験調査にもとづき、送信周波数揺動周期を0.1Sec、パルス幅をマークスペース比1:1、パルス数を6、AFC回路の採用を含めて機器装置の仕様を制定したもので、布良鼻トランスポンダ局の概略、機器の諸元及び装置の構成は次のとおりである。

無線局名 布良鼻無線航行陸上局
 設置場所 千葉県館山市布良鼻山1162
 布良鼻燈台構内

送受信空中線の位置

東経 139度49分38秒
 北緯 34度54分45秒

送信空中線の高さ

海拔高 55.5m 地上高 7.5m

受信空中線の高さ

海拔高 56.0m 地上高 8.0m

諸元

項目	諸元
送信周波数範囲	9375±40 MHz
送信電力	20 mw
周波数揺動周期	0.1 sec
発振方式	自励発振
AFC	あり
変調方式	パルス符号変調
電波の型式	P9
送信通倍数	32
符号パルス	パルス幅：5 μs パルス数：6

送信応答遅れ
 回復時間
 受信周波数範囲
 受信方式
 受信帯域幅
 最少受信感度
 空中線の形式

マークスペース比 1:1
 1.2 μs以下
 約440 μs
 9375±40MHz
 直接検波ビデオ増幅方式
 5 MHz
 -40dbm以下
 スロットアンテナ
 水平面：無指向
 垂直面：30°
 水平偏波
 DC 8.5V 1.8W

偏波面

所要電源

トランスポンダ送受信機は2台で、現用予備として使用し自動切換を行ない、電源は蓄電池の浮動充電方式である。布良鼻トランスポンダ局は無人局であり、その管理は6.1km離れた野島埼航路標識事務所で行ない、機器動作監視のためこの間に60MHz帯の監視回線を設けている。装置の構成は第1図のとおりである。

以上正式業務開始に先立ち、告示要項その他公式機能を確認するため、下記により評価試験を実施した。

日時昭和44年3月27日設標船「ほくと」
 44年3月28日巡視船「げんかい」
 44年4月25日 「しきね」

場所 布良鼻周辺海域

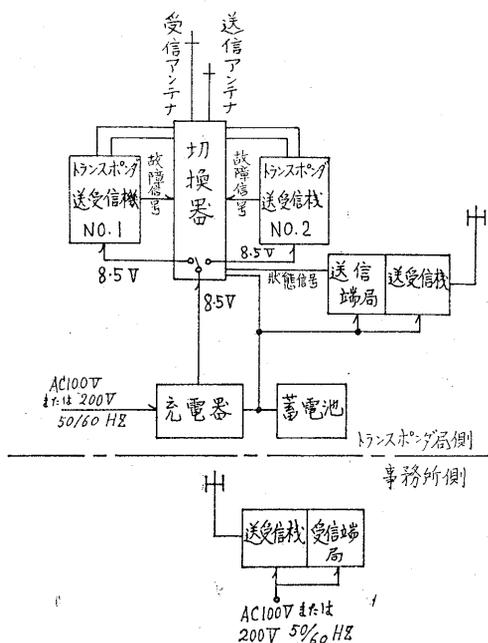
調査項目

- (1) 最大利用可能距離の確認
- (2) 利用角度範囲の確認
- (3) 距離の変化に伴う受信状況の調査
- (4) PPI写真撮影および記録
- (5) その他必要事項

試験方法

布良鼻周辺海域を航行し、レーダPPI上にトランス

*所在地： 横浜市中区北仲通 6-64
 Address: 6-64, Kitanaka-dori, Naka-ku, Yokohama-Shi, Japan



第1図 トランスポンダ装置の構成

ポンダの標識信号の現れ具合を観測し写真撮影を行なった。

なお「ほくと」「げんかい」「しきね」に搭載されているレーダの諸元は別表1, 2, 3のとおりである。

別表1

「ほくと」レーダ諸元	
形式	MD-803A
製造者	神戸工業
製造年月	昭和34年
送信周波数	9375MHZ±30MHZ
送信出力	7 KW
パルス幅	0.1 μs 1 μs
繰返周波数	700HZ 200HZ
スキヤナ回転数	14 R. P. M
ビーム幅	水平 2.3° 垂直 17°
レンジ	1, 4, 10, 25NM
レンジマーカ	¼, 1, 2, 5NM
分解能 (距離)	25m
" (方位)	23°
最少探知距離	25m
中間周波帯域幅	10MHZ
CRT	10吋 (10WP 7-A)
その他	STC, FTC, ヘッドマーカ
所要電力	DC24V 650VA
スキヤナ海拔高	14m

別表2

「げんかい」レーダ 諸元	
形式	MS-DSX-1240 (JMA-131S)
製造者	日本無線 KK
製造年月	昭和41年9月
送信周波数	9375MHZ±30MHZ
送信出力	40KW
パルス幅	0.1 μs (0.5, 1, 2 NM) 0.8 μs (4, 8, 20, 60NM)
繰返周波数	2500 HZ (0.5, 1, 2 NM) 500 HZ (4, 8, 20, 60NM)
スキヤナ回転数	16 r.p.m (近距離レンジ), 8 r.p.m (遠距離レンジ)
ビーム幅	水平 1° 垂直 17°
レンジ	0.5, 1, 2, 4, 8, 20, 60 NM
レンジマーカ	0.25, 0.5, 1, 2, 5, 10 NM
分解能 (距離)	20m
" (方位)	1°
最少探知距離	30m
中間周波帯域幅	12MHZ
その他	STC, FTC, ヘッドマーカ
所要電力	DC110V/220V 1.5KVA
CRT	12吋 (12ABP 7 A)
スキヤナ海拔高	16.5m
撮影装置	アサヒペンタックスSVf3.5 28mm

別表3

「しきね」レーダ諸元	
形式	MS-DSX1040B (JMA-116)
製造者	日本無線KK
製造年月	昭和36年2月
送信周波数	9375MHZ±30MHZ
送信出力	35kW
パルス幅	0.1 μs (0.5, 1, 2 NM) 1 μs (4, 8, 20NM)
繰返周波数	3000HZ (0.5, 1, 2, NM) 750HZ (4, 8, 20NM)
スキヤナ回転数	16 r.p.m 8 r.p.m 切換
ビーム幅	水平 1° 垂直 15~20°
レンジ	0.5, 1, 2, 4, 8, 20NM
レンジマーカ	0.25, 0.25, 0.5, 1, 2, 5 NM
分解能 (距離)	20m
" (方位)	1°
最少探知距離	30m
中間周波帯域幅	0.1 μs 12MHZ 1 μs 4MHZ

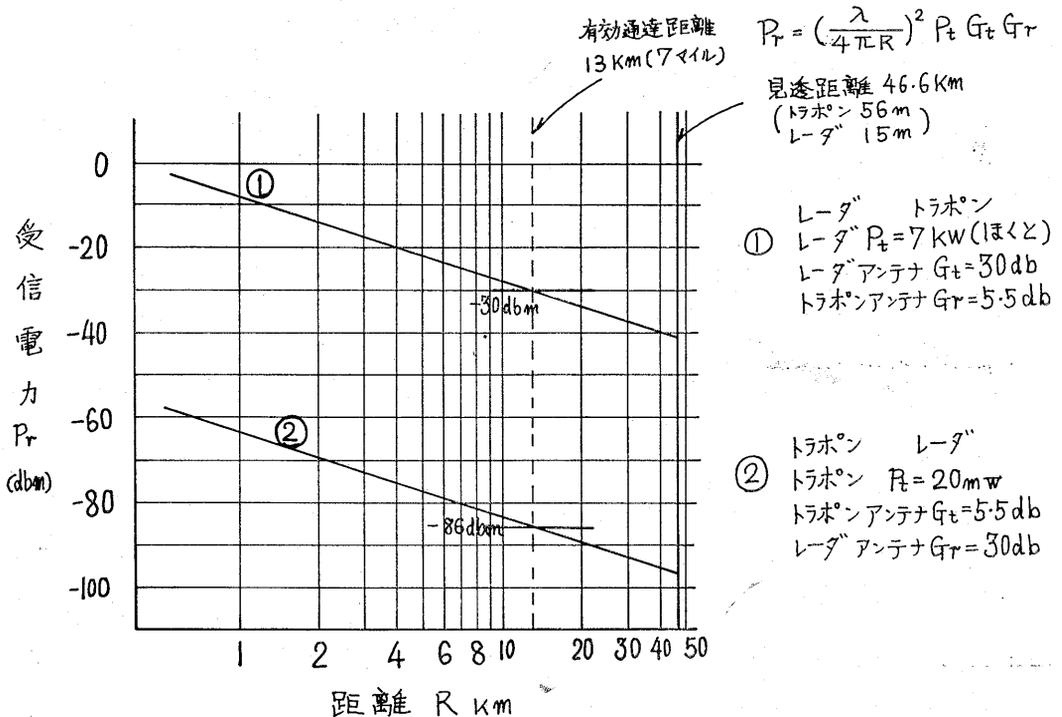
その他	STC, FTC, ヘッドマーカ
所要電力	AC100V 1.5KVA
撮影装置	キャノンP レンズ f3.5 28mm
CRT	10吋 (10WP7A)
スキヤナ海拔高	15.08m

- (1) 感度が著しく低下している。
- (2) 動作が不安定で最良状態に維持することが困難である。
- (3) 映像が微分されているような印象を受ける等であると考えられるが、(1)が最大原因であると思われる。以上により「ほくと」による評価試験の実施を中止し、翌28日行動中の「げんかい」の協力を得て評価試験を行なった。

試験結果

3月27日「ほくと」により実施したが、トランスポンダ信号は全く受信出来なかつた。理由としては同船のレーダの動作状況について、

- (1) 最大利用可能距離の確認
約11マイル迄確認出来た第2図の距離対受信電力のグ



第2図 布良鼻トラポン及レーダの受信電力

ラフより見て実測した距離は、ほぼ妥当な値である。写真(1)にPPI上の映像を示す。

(2) 利用角度範囲の確認

告示要項の140°~310°に一致したこれは船よりトランスポンダのアンテナを見た場合、陸地の陰からトランスポンダのアンテナの見え始める方向とほぼ一致したことにより確認した。

(3) トランスポンダの動作頻度

評価試験実施中に於て、トランスポンダは他船レーダにより常時応答動作をしていたが、それによる妨害は認められなかつた。

(4) 距離の変化に伴う受信状況の調査

第3図に示すコースを航行し、信号の現れ具合を観測し写真撮影を行なったが、レーダアンテナ回転数のうち

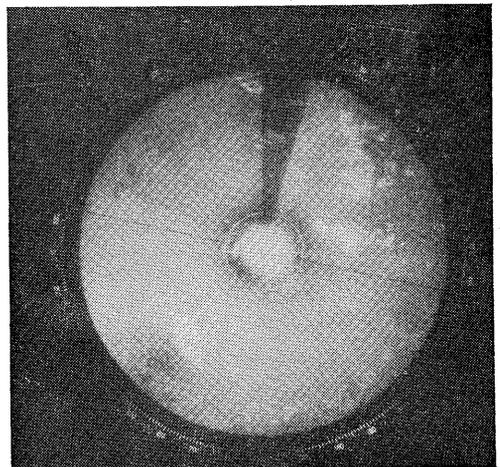
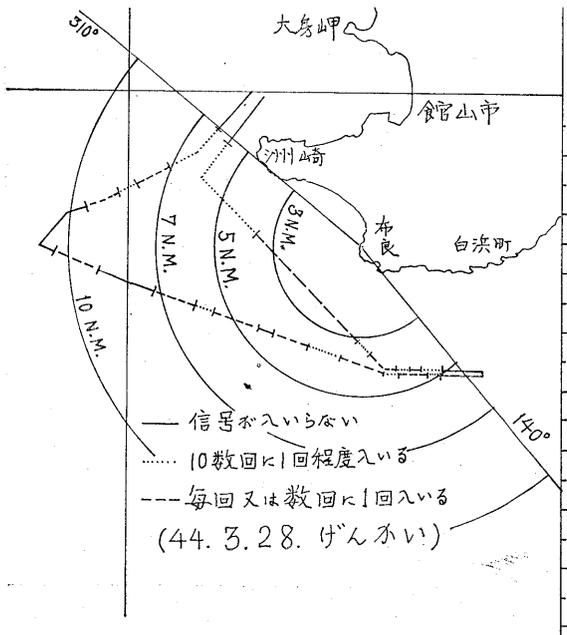


写真1 観測点1レンジNM



第3図

トランスポンダ信号を受信する割合は大略次のとおりであつた。

3マイル付近：レーダアンテナの毎回転毎又は少なくとも2回転に1回の割合で受信され、信号は一列で濃い写真(2)にPPI上の映像を示す。

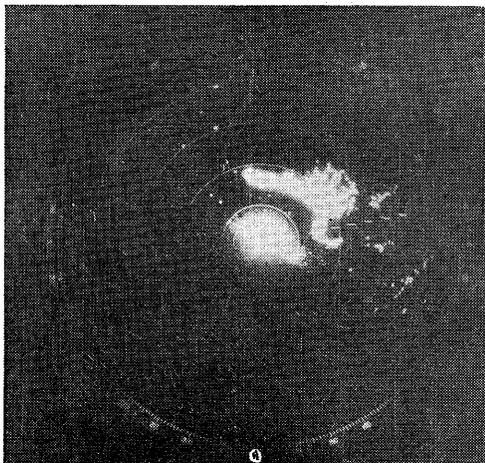


写真2 観測点2レンジ8NM

3~4マイル付近：毎回又は2回転に1回の割合で受信されることが多いが、時には3~4回に1回又は5~6回信号がなくそのあと続けて信号が現われる時もある。信号は一列で輝度は薄いことも時にはあるが大体濃い。写真(3)にPPI上の映像を示す。

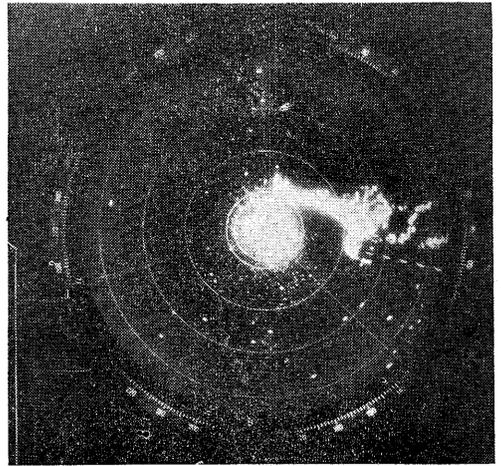


写真3 観測点3レンジ8NM

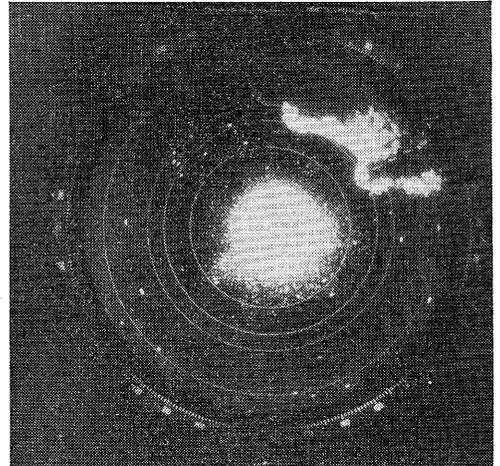


写真4 観測点4レンジ8NM

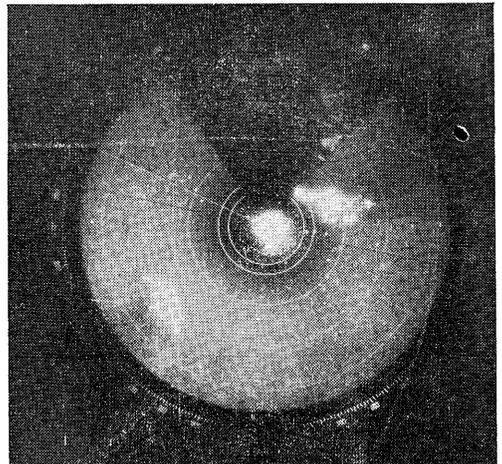
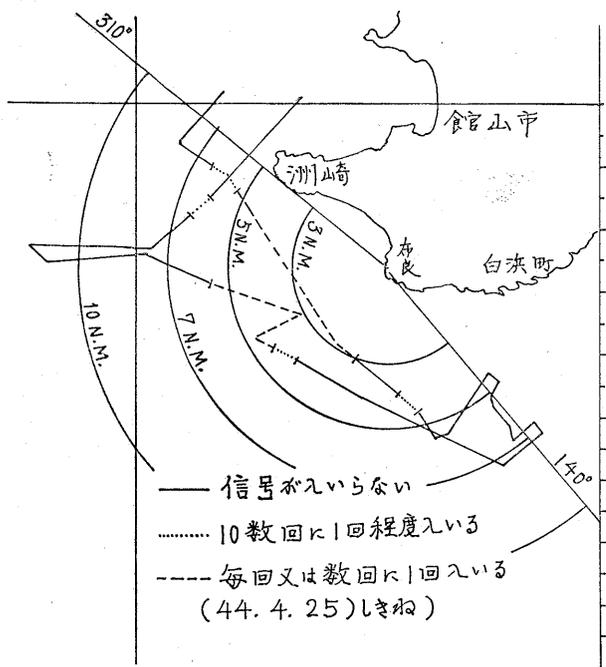


写真5 観測点5レンジ20NM

5～6マイル付近：毎回又は2～3回転に1回の割合で受信されるが10数回信号が入らないこともあつた。信号は一列で濃く写真(4)に PPI 上の映像を示す。

7～8マイル付近：毎回又は3～4回転に一回程度受信されるが、20数回信号がなくその後続けて毎回受信されることもあり、又信号は2列の時もあつたが輝度は同じである写真(5)に PPI 上の映像を示す。

以上「げんかい」による評価試験の結果であるが、さらに上記の結果を再確認すると共に且又補足する為に4月25日「しきね」により第4図に示すコースを航行し、前回と同様な調査項目に従い標識信号の現れ具合を観測し写真撮影を実施した。



第4図

3マイル付近：毎回又は3～4回転に1回の割合で受信され、信号は一列であるがV字で受信されることが多い。写真(6)に PPI 上の映像を示す。

3～4マイル付近：布良鼻の西方向では毎回又は4回転に1回の割合で受信されたが、南方向では全然受信されなかつた信号は一列であり2回程V字で受信された。写真(7)に PPI 上の映像を示す。

5～6マイル付近：毎回又は3～4回転に1回の割合で受信されている時と全然信号が入らず時々10数回に1回程度受信される時があつた。又最大利用可能距離は約6マイルであつた。なお、今回の評価試験は前回の「げんかい」で実施した時に比較して、標識信号の受信される範囲が狭く、又受信出来る距離が短かつた。レーダ

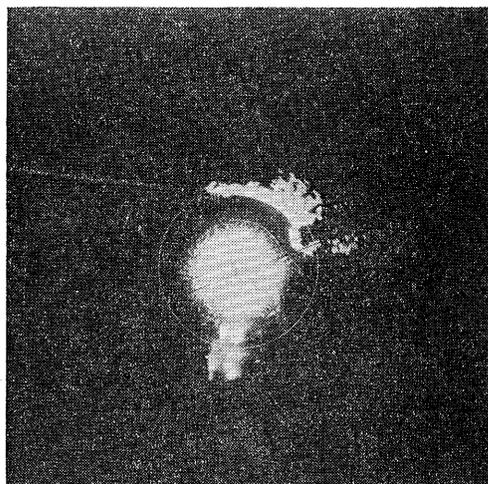


写真6 観測点6レンジ8NM

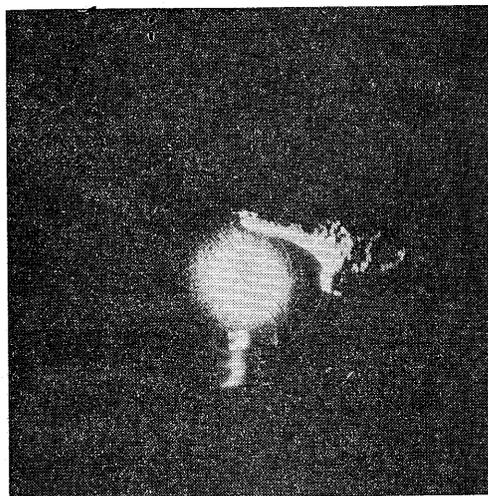


写真7 観測点6レンジ8NM

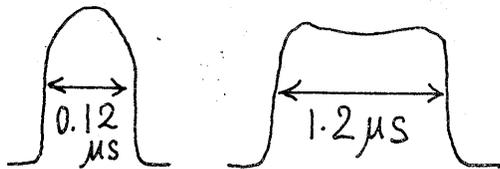
を比較した場合「しきね」に装備されているレーダは、「げんかい」に装備されているものより感度が低い様に思われ、又レーダ側の周波数が4375±40MHZの端部付近にあるのではないかと考えられた。

以上3隻の巡視船の協力によつて評価試験を実施したが、その結果が各々著しく異なり、レーダ側の性能によつて受信状況に差異を生ずることから、一般利用船舶に装備されているレーダの性能も多種にわたり、これと同じことが考えられるので、告示要項の7マイルラインで受信可能なレーダの受信感度を知る必要があるため、後日沖電気工業KKの協力を得て上記評価試験に協力した「ほくと」「げんかい」「しきね」のレーダの性能調査を行なつた。別表4,5,6参照

別表 4

「ほくと」のレーダ性能調査結果

1. パルス幅 (0.1 μ s, 1.0 μ s)



2. 繰返し周波数 (2000HZ, 700HZ)
測定値2020HZ(近距離レンジ) 620HZ(遠距離レンジ)
3. 尖頭出力 (7KW)
測定値2.5KW(近距離レンジ)4.35KW(遠距離レンジ)
↑点火直後はもつとPowerが出るが1分間位で2.5KWまで下る
4. 送信周波数 (9375MHZ)
測定値 (9372.5MHZ)
5. 最小受信電力
測定値 -60~65dbm やや不安定

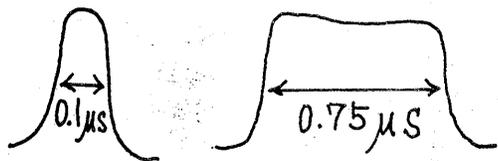
参考事項

- (1) 感度のボリュームを上げると発振する(ツマミの中心付近から発振し出す)修理後一応良好となる(発振せず)
- (2) 輝度がきかないので調整を行ない良好となつた
- (3) 同調が時間と共にずれていく(クライストロンの不良と思われる)点検調整をしてもすぐずれる
- (4) 1マイルレンジのマーカ間隔が狂っている
- (5) 各レンジ共エコーが少ない

別表 5

「げんかい」のレーダ性能調査結果

1. パルス幅 (0.1 μ s, 1.0 μ s)



2. 繰返し周波数 (2500HZ・500HZ)
測定値2470HZ(近距離レンジ) 480HZ(遠距離レンジ)
3. 尖頭出力 (40KW)
測定値 22.7 KW(近距離レンジ) 44.5 KW(遠距離レンジ)
4. 送信周波数(9375MHZ)
測定値 9325 MHZ

5. 最小受信電力

測定値-87dbm

別表 6

「しきね」のレーダ性能調査結果

1. パルス幅 (0.1 μ s, 1.0 μ s)



2. 繰返し周波数 (300HZ, 750HZ)
測定値2750HZ(近距離レンジ) 630HZ(遠距離レンジ)
3. 尖頭出力 (35KW)
測定値19.6KW(近距離レンジ) 25.3KW(遠距離レンジ)
4. 送信周波数(9735MHZ)
測定値9360MHZ
5. 最小受信電力
測定値-75dbm

調査月日昭和44年6月17日「ほくと」

昭和44年6月18日「げんかい」

昭和44年6月19日「しきね」

測定者 沖電気工業KK

日本レーダサービスKK

性能調査による結果は別表 4, 5, 6 に示すとおりであるが、これはさきの3隻の巡視船による各受信状況の調査結果の内容と一致し、又第2図のトランスポンダの受信電力図より見ても、7マイルラインでの受信可能なレーダの性能としては「げんかい」に装備されているもの(最小受信電力-87dbm)を標準として考えるべきではないと思われる。

結論

評価試験よりの結論として述べれば、

- (1) 有効範囲について

トランスポンダの有効範囲のうち角度範囲は、目視による直視可能と一致し、又距離範囲は協力した巡視船装備のレーダの最小受信電力値及び電界強度の計算値より求めた値と、今回の結果とが略々一致することが確認された。又レーダの性能によつて有効距離が縮少し、有効範囲であり乍ら信号が入らず一般船舶に誤解を招く恐れがあるので、布良鼻トランスポンダのPRを行なうに当つては、今後この点に注意する必要があると思われる。

- (2) パルス符号について

布良鼻周辺は陸地エコーが強く、3マイル位迄出てお

プロットイングの自動化とレーダオートプロッタ

* 東京商船大学 飯島 幸人

**電気通信大学 鈴木 務

Radar Auto-plotter

* Tokyo University of Mercantile Marine

Yukito IJIMA

**University of Electro Communication

Tsutomu SUZUKI

Synopsis

An automatic plotting equipment for the echoes appearing on a CRT screen has been successfully developed. The paper describes the principle and design of the prototype auto-plotter with a video tape recorder. A sophisticated scheme has been introduced to meet the timing between the radar and the VTR. Features of the plotter are shown as follow: (a) to be usable to the conventional shipborne radar as a low-cost accessory, (b) to be displayed of the plotted echoes at any instant without plotting by hand, (c) to be chosen any numbers of the trace of a echo to be plotted and (d) to be applicable to both relative and true motion radar display. The auto-plotter may also be used as a record of radar echoes in the event of a marine accident.

1. レーダによる衝突防止装置の現状

「レーダによって衝突を防止する最も有効な手段はプロットイングを行なうことである。」ことは今や通念となっており、運輸大臣による「レーダ情報の使用に関する勧告について」によってプロットイングは半ば強制されていると云えよう。したがって、もし衝突事故が起きた場合、プロットイングを行なっていなかったならば、この勧告の義務に違反したとして不利な立場に立たせられるであろう。

また IMCO の勧告によれば 1,600 トン以上の船舶はすべてレーダを装備し、何らかの形によりプロッタを持たなければならないという。

しかしながら現在常用されておる manual Plotting は時間と人手を要するために、その効用は認めながらも、なかなか実施されないのが実情のようである、しかも船

舶の幅そりする海域でこそ他船の運動状況をより一層明確に知りたいにも拘らず、このような海域でのプロットイングは全く不可能となってしまう。このような現状から、機械的あるいは電子的方法によつて、早く、しかも正確に他船との衝突の危険を検知する装置が要求される所以であるが、航海者の立場からこれらの衝突予防装置に対して要望する条件を列挙してみよう。

- 1) Sea clutter, Rain clutter など外界の条件の如何を問わずすべての目標を捕えることができること。
- 2) True Track と Relative Track が自由にでき、欲するときにはいつでも過去のトラックを得ることができること。
- 3) CPA (Closest Point of Approach: 最接近点), TCPA (CPA に来るまでの時間), θ CPA (CPA の方位) などの航海情報が瞬時に知ることができること。
- 4) 危険な状況がある場合には警報を発するものであること。
- 5) 試行操船ができること。
- 6) Display が明るいこと。
- 7) 情報の中断がないこと。
- 8) 以上の動作が人手を要せず自動で行なえること。
- 9) 安価で、取扱い簡単であること。

以上は最も理想的な場合であつて、勿論このような欲ばった条件を満足してくれるオートプロッタは商船ではお目にかかれぬかも知れない。

しかし今まで衝突防止装置として発表されて来たものは、この中の何れかの条件を満たし、またそのように努力しているものである。今日まで数多くの装置が開発されてきているが、既に発表されたものの中から代表的なものを選んで、上の条件と対比させながら簡単な分類を

* 東京都江東区越中島2の1 Koto-ku, Tokyo, Japan

**東京都調布市小島町14 Chofu-shi, Tokyo, Japan

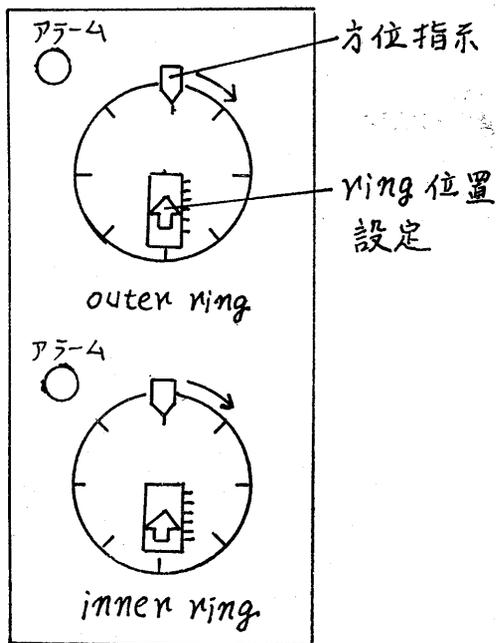
行なってみよう。

- 1) プロットing用具の改良
 - i) プロット用紙, プロット盤の改良
 - ii) プロット用具の考案
 - iii) リフレクションプロッタ
- 2) 警報を主体とするもの
 - i) 監視区域内の物標探知
 - ii) 相手船に変針, 変速情報を伝えるもの
 - iii) 自船のとるべきコースと速力について危険範囲と安全範囲を表示するもの
- 3) メモリーを主体とするもの
 - i) 長残光ブラウン管
 - ii) メモリーチューブ
 - iii) レーダ像の写真撮影
 - iv) テープレコーダと組合せるもの
 - v) 赤外線を照射するもの
- 4) 衝突条件の演算を主とするもの
 - i) 衝突条件計算機 (アナログ式)
 - ii) デジタル計算機
- 5) PPI 上の表示を特に工夫したもの。
- 6) 総合衝突予防計算表示システム

上の分類は必ずしも一つの装置が一項目だけに限定されるものではなく、同時に数項目を含むような装置もあることは当然である。

つぎに上に挙げた項目の中で代表的な装置について簡単にその方式に触れてみよう。

1) プロットing用具の改良については、手動のプロットingを目的としているので、特にここでは述べな



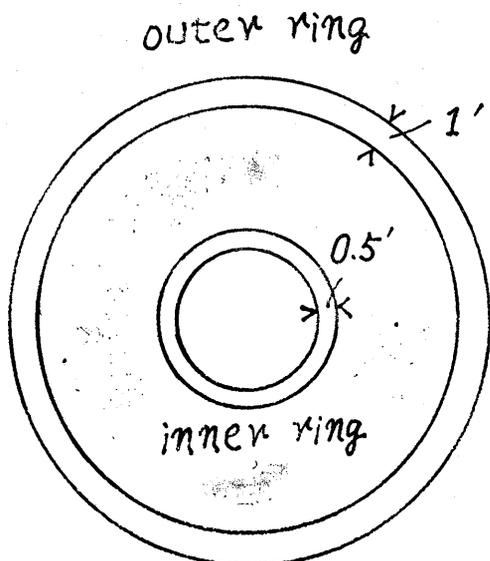
第1図(b) 表示盤略図

いことにする。

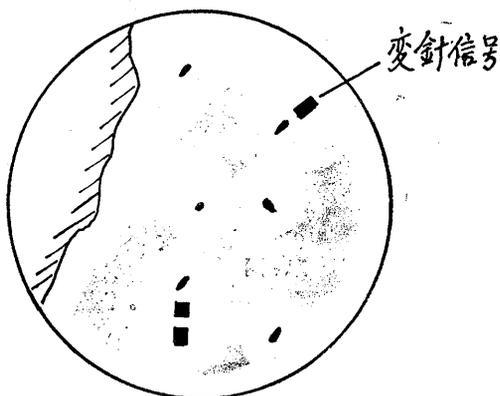
2) 監視区域内の物標探知

i) 近接警報レーダ "See" (1)

本装置は他船が監視区域にあるかどうかだけを知る目的のためのレーダであって第1図(a)のように1浬幅の Outer ring と 0.5 浬幅の inner ring とを設定し、他船がこの ring 内に入ると音響警報を発生し、且つその方位を指示するものである。第1図(b)に示すように、outer ring と inner ring の位置は可変となっており、前者は 3~9 浬、後者は 1~3 浬の間で設定できる。また方位指針は常時アンテナと同期して回転しているが、信号が入ると、その方位で止まるようになっている。



第1図(a) 監視リング



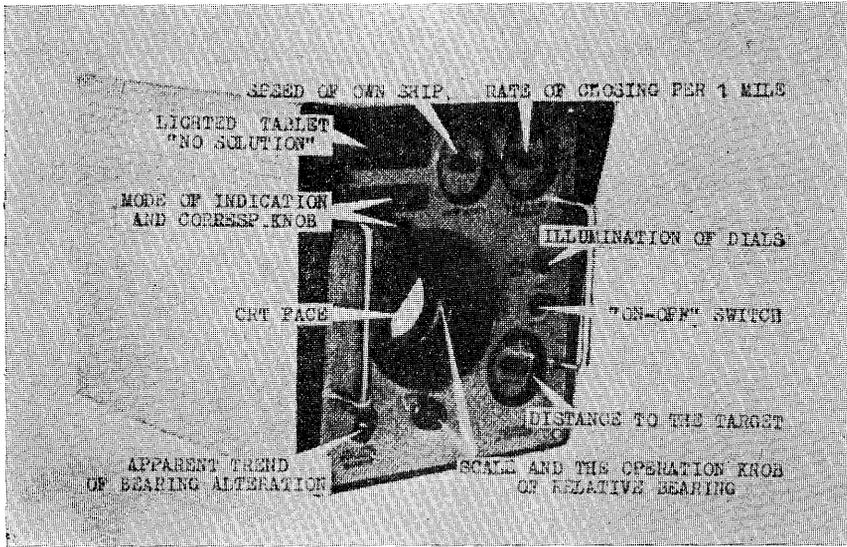
第2図 変針信号の表示

ii) レーダスコープ上に変針信号を表示する方法⁽²⁾

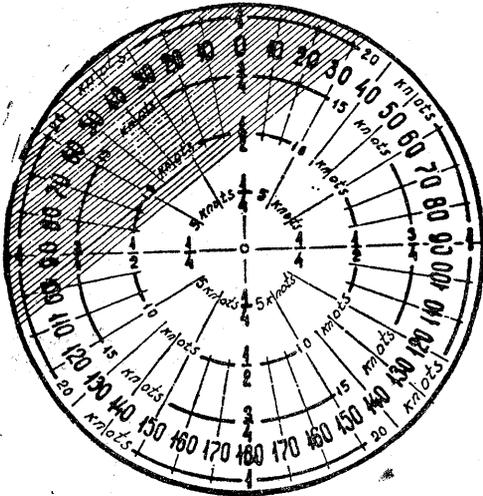
各船が VHF トランスポンダと受信機を装備し、船が変針したとき、他船のトランスポンダに同期して変針信号をコード化して送信する。トランスポンダ信号を出した船側ではその変針信号を受信して、これをレーダスコープ上に第2図のように表示するものである。

iii) An Anticollision Indicator⁽³⁾

他船の相対方位、距離、および1 湊を接近するに要した時間をレーダで測定し、そのデータを本機に手動で入れてやることによつて、アナログ計算機で相対トラックを計算し、そのトラックが自船の周りに設定した危険円の中に入るかどうかを判定し、若し危険円に入れば、自船はどのように操船すれば危険円外に他船を避航できるかを CRT 上に図式に表示する方式である。第3



第3図 (a)



Segment of safe heading

第3図 (b)

図(a)に指示機を、(b)に表示の一列を示す。(b)図では円周方向が自船の船首からの変針角、半径方向がとるべき速力を示している。図では現針路現速力で航行すれば影の部分、すなわち危険円内に他船が入るので、避航しなければならないが、針路を変えないとすると速力を半分

にしなければならず、またもし速力を変えないとすれば針路を右30°、または左110°にしなければならないことを示している。

3) メモリーを主体とするもの

i) 長残光ブラウン管

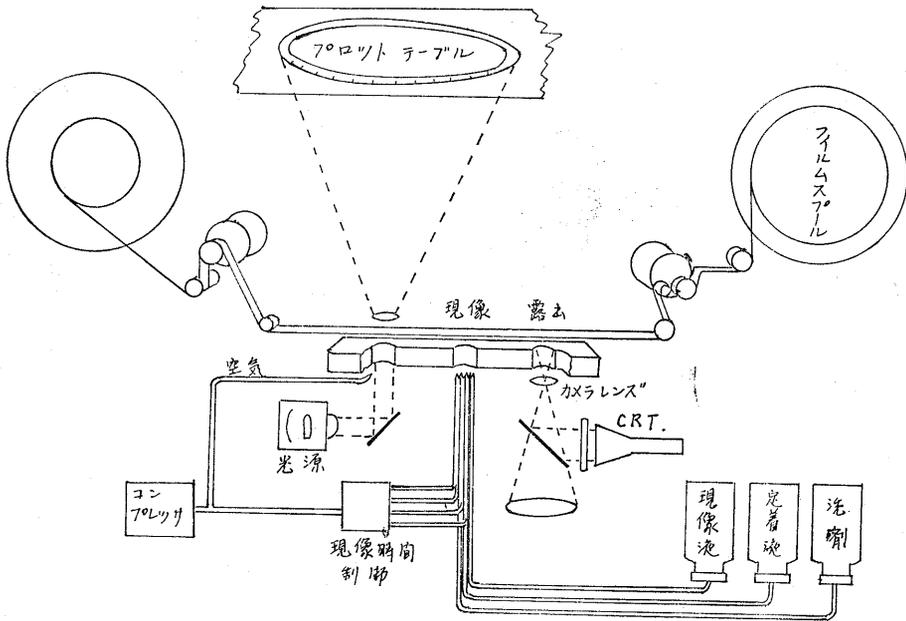
積極的にプロットングを行なうというものではないが長残光性のブラウン管を用いることによつて航行する船舶の映像が尾を引くので、この尾の方向から他船の動静を判断するものであり、特に真運動指示方式に対して有効である。

ii) メモリーチューブ

メモリーチューブを使う方式は技術的には比較的楽で、この方式を使えばプロッタが簡単にできることはしばしば云われるところである。しかしメモリーチューブそのものの価格が高く、また寿命などの点から考えて、プロットングのためにメモリーチューブを使用するところまでは行かないようである。

iii) Photo plot System.⁽⁴⁾

第4図に示すように、レーダ像を一旦写真にとつてそれを映写するものであるのでブライトスクリーンとして映像を見ることが出来る。また像の大きさも自由となり、スキャンングの時間を待つこともないので、観測に



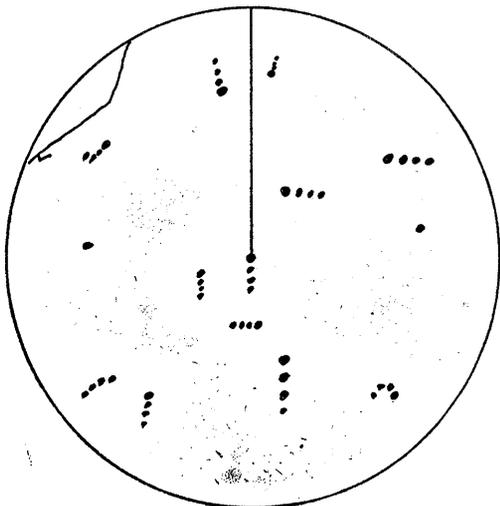
第4図 フォトプロットシステム

便利である。また多重露出を行なうことにより、プロットされた映像がそのまま映写されることも大きな特徴である。

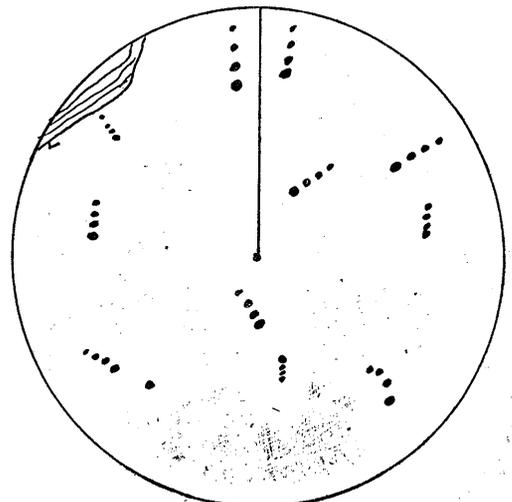
iv) Marcony Predicted Display System⁽³⁾

我々が後に紹介する方式とほぼ同じ考えに基づくものであるが、テープレコーダに過去の映像を常時記憶させておき、任意にそれをレーダブラウン管の上に再生させ、ブラウン管の残光性を利用して過去のトラックを表示してプロットングの効果を得るものである。本装置の表示方式は、普通のレーダ方式、テープを通した真運動トラック方式、テープを通した相対運動トラック方

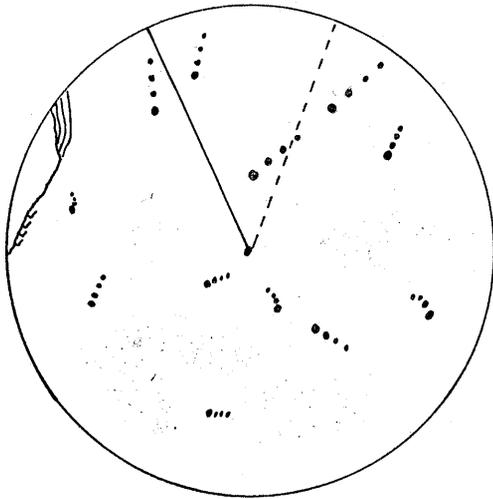
式、試行操船トラック方式のつちのモードに分れている。相対運動トラック方式はテープに記憶されている映像の中で任意に時間間隔をきめて、PPI上には連続して再生すれば残光によりプロットができる。真運動トラック方式は、相対運動方式で録画されている像を再生するときに、再生する時間間隔に自船が運動するベクトル分だけPPI上で画面をずらせてやればよいことになる。試行操船トラック方式は本船の針路速度を変えたとき各再生画面が、どつちの方向にどれだけ移動すればよいかを計算機で計算させて、その分だけ各画面をPPI上で移動させることによって自船の安全操船方法を見出すものであ



第5図(a) True Track mode



第5図(b) Relative track mode



第5図(c) Predicted relative track mode

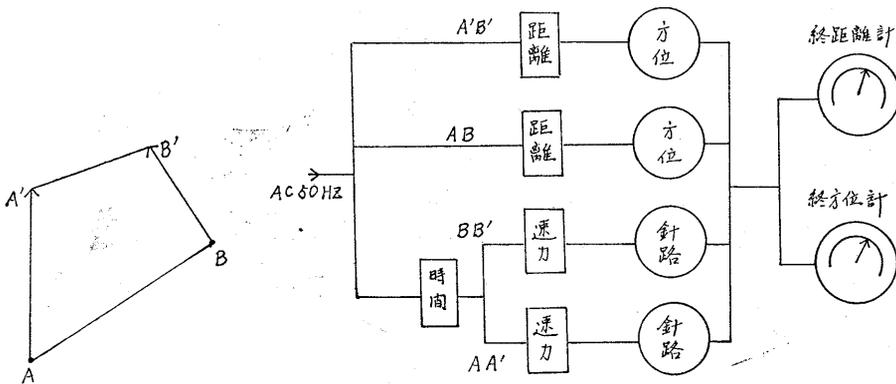
る。これらの各モードの表示方法を第5図(a), (b), (c)に掲げる。*

* v) Raytheon RAY-1240⁽⁶⁾

本機はレーダレピータであつて、積分式反射プロッタを持った10インチ蓄積管を用いてある。この蓄積管は螢光面が二重となつており、普通の燐螢光面上層に赤外線に感ずる燐の面があり、普通の螢光面での光は、観測者に普通の PPI を与えると同時に、赤外に感ずる燐面に記憶される。この記憶時間は大体15分程度である。これに赤外線を照射すると蓄積されていた像が現われてくるので、船の航跡が観測できる。観測時間は15~60秒間持続できるが、これは書き込み信号の強さと照射赤外線の強さに関係する。一旦赤外線を照射した後は信号は消えてしまう。

4) 衝突条件の計算機

衝突条件の計算機は単独で使用されることは稀であつて、他の表示方式と組合せられて利用されるものである。今までに述べたものの中にもアナログ式の計算機はしばしば使われていたわけであるが、ここで述べるものは、表示方式として大きな特徴がなく、演算に主体を置

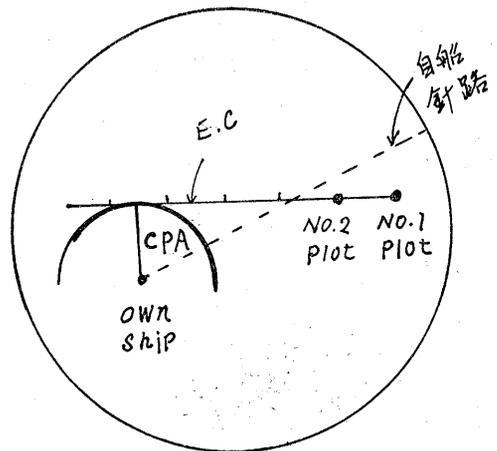


第6図 見合関係計算機

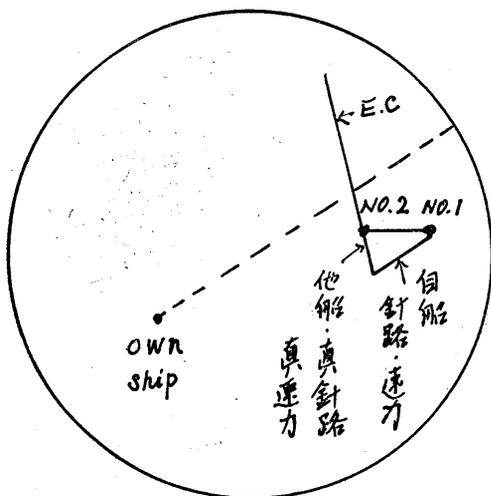
いているものという意味で特別に取上げたものである。

i) 指示装置を付した二船の見合関係計算機⁽⁷⁾

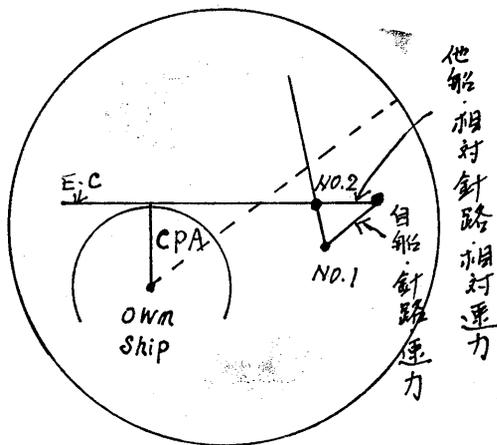
船舶の見合関係の計算はベクトルの和または差で行なわれるが、電気工学では正弦波交流の計算をベクトルにおきかえて計算するのが常である。したがつて船舶の見合関係計算を正弦波交流電圧におきかえて計算することができる。本装置は 50c/s の正弦波を用いてベクトルの大きさをポテンシオメータにより取出し、方位角をレゾルバーにより変換してベクトルの加減算を行なうものである。第6図の(a)において、 \overline{AB} 、 $\overline{AA'}$ 、 $\overline{A'B'}$ 、 $\overline{BB'}$ のうち二つがわかればこの四辺形は解くことができる。これを(b)図のブロック図で示すような方法で計算し、他船の運動を知り、衝突関係計算を行なうものである。本機はこの結果をブラウン管と組合せて CPA, TCPA, θ_{CPA} などを求め得るようになっている。



第7図(a) 相対運動表示により CPA, TCPA を求める



第7図(b) 相対運動表示により他船の真針路真運力を求める



(c) 真運動表示により他船の相対運動 CPA TCPA を求める

5) PPI上の表示を特に工夫したもの,

i) Raytheon True Motion Indicator⁽⁹⁾

他船の第1回の観測を PPI 上に手でプロットし、第2回も同様に手でプロットして、この2点をインタースキャンの電気カーソルで結び、その延長線と、自船を中心とする可変距離マーカーの円とが接する点を CPA として衝突条件を知る方式である。第7図(a), (b)に指示方式を示すが、(a)は相対運動での用法を、(b)は真運動表示において、衝突条件を知る方法である。(b)では先ず第1観測点から3分間(時間は任意であるが)の自船の針路、進行距離を電気カーソルでとつてそこにマークする。この点と他船の第2観測点(第1観測点から3分後)とを電気カーソルで結ぶ方向が他船の相対針路であるから、このときの電気カーソルと可変距離マーカーとの接点が CPA となる。

ii) Decca Anticollision Indicator⁽⁹⁾

短い電気カーソルをインタースキャンで入れるものである。一端に輝点のある1インチの長さのインタースキャン・マーカーの輝点を他船に合せるとこのマーカーは自船の方向に向き、他船がこのマーカー上を自船に近づくと衝突のおそれがあり、この線から外れると CPA があることを示すものである。このマーカーは5本用意されているから5隻までの相対運動を知ることができる。

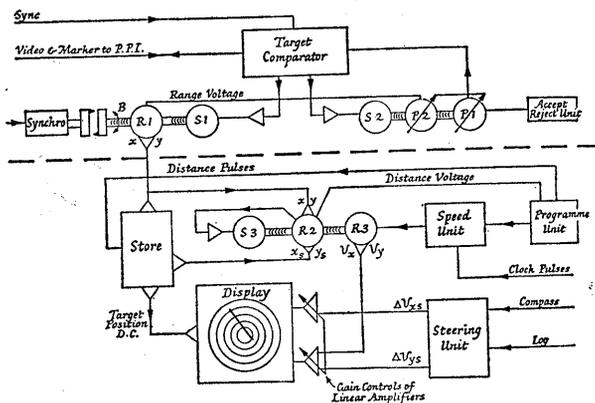
6) 総合衝突予防計算表示システム

自動プロッタの中で最も理想的な方式を求めるもので、他船を自動追尾し、その衝突条件を自動的に計算、表示し、もし衝突の危険があれば警報を発する形式に移

行しつつあるが、そのような理想形に近いものは装置が複雑となり、価格も莫大なものとなるので試作品としては数多く発表されているが、実用化されるためには多くの問題をかかえている。

i) A Radar Computer for C.P.A.⁽¹⁰⁾

レーダ上の他船にマーカーを合せてボタンを押すことによって、その目標を追跡し始め、その相対トラックを



第8図 Block diagram of the equipment

他の display 上に画く。このトラックから C.P.A. をレンジリングにより求める。また他船が1/2漕移動する時間毎に位置が記憶されており、相対トラックを示すマーカーを CPA まで延長すると TCPA が表示される。本装置は自動追尾ユニット、アナログ計算機、表示ユニット、試行操船ユニットより、構成されており、任意の時間に試行操船を行なった場合の相対トラックも display 上に画くことができる。

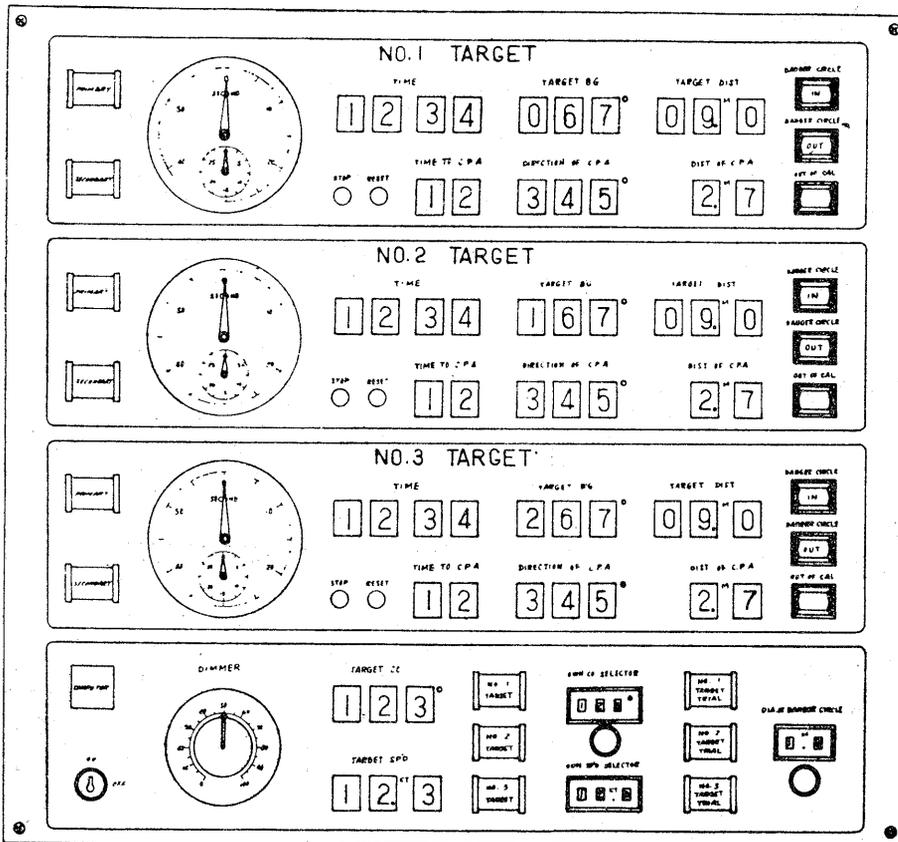
ii) Radar Dater Computer⁽¹¹⁾

PPI 上の他船を捕捉銃で捕捉すると、その位置が記憶され、その時から自動追尾が始まり、向こう30分間の予測航跡が6分毎の鎖線として PPI 上に画かれるので CPA, TCPA などの衝突条件が直ちに求められる。また任意の半径の警報円が設定され、他船の予定航跡がこの中に入ると警報を発する。そのような場合は試行操船を行なうわけであるが、そのためにランプが替盤目状におかれ進路と速度によってマトリックスが作られており、危険試行操船の場合を赤ランプで示すような表示がなされている。本装置は、電波航法第8号にも述べられている。

iii) 青雲丸衝突予防計算装置⁽¹²⁾ *

* 3つの目標の衝突条件を並行的に計算、表示することができる。先ず目標の距離、方位を可変距離マーカーとカーソルで合せてボタンを押すことによりタイマーが発動し、時刻、方位、距離がデジタル表示される。次に第2観測値を同様にして投入すると、その時刻、方位距離がデジタル表示されるとともに、それらのデータから、CPA, TCPA, θ CPA, 設定した危険円内に他船トラックが入るかどうかなどを計算機が計算して表示される。また同時に目標の真針路、速度も表示される。試行操船に対しては自船の任意の速度、針路を投入することによって、目標船の CPA, TCPA, θ CPA を計算表示する。本装置の表示盤を第8図に示す。

以上幾つかの方式を紹介したが何れも完全なものはない



第9図 青雲丸レーダデータ・ディスプレイ

く相当な高級なオートプロッタでも Automatic initiation は高価なものとなり、また目標の選択に問題が残るであろう。したがって Manual initiation の場合が多いが、この場合には、現在他船の動静を知ろうと思っても、第2観測が完了する数分後でなければ衝突条件は判明しない。数分という時間は当事者にとってみれば相当に長く感じられる時間であるので、欲するときにプロットでき

るテープレコーダ方式は便利であろう。またテープレコーダ方式は目標数に制限がなく、すべての像が常に記憶されていることも有利な点である。さらに比較的安価で、VTR 装置により簡便に利用できる利点を有している。このような観点から市販の装置を利用して自動プロットング装置を試作した。本装置は次章で詳述するように任意の時間間隔の過去の像がブラウン管の残光性を

利用して、映し出されるので、他船の相対プロットが自動的にこなされるものである。その結果カーソル、可変距離マーカーなどを利用して CPA などの衝突条件も知ることができる。

このように本装置は今までレーダのリフレクションプロッタの上に鉛筆で印をつけてプロットしていた作業を自動的にこなすようにしたもの過ぎないが、オートプロッタの大きな目的である手間を省くという意味において大いに意義があると思う。本装置をさらに高級のものにするには比較的簡単であつて、その場合には電子計算機と組合せて、3) iv) で述べた Marcony Predicted Display System のような形式に進行するであろう。

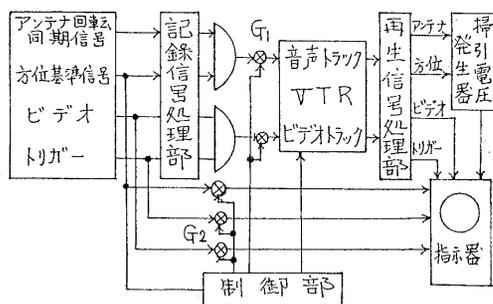
次章で本装置の構成について詳述する。

2.1 レーダオートプロッターの概要

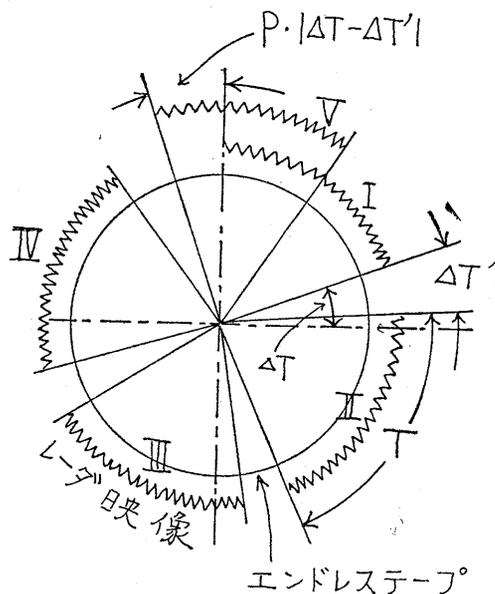
第1章にのべたごとくプロットを自動化する方法として種々な方法が提案または試作されているがいずれも経済性、装置の簡易化、現用のレーダとの共用などに難点があり実用化するに致つていない。特に我が国のごとく小形船が多くすでに小形のレーダが多数装備されている現状に適合できるように設計したのがこのレーダオートプロッターである。プロットを行なうには過去のレーダ映像を一時記憶しておきある時間にこれらの過去の映像を逐次再生する必要がある。このための記憶装置が従来までのオートプロットングの開発を困難としていた部分であつた。オートプロッターでは現在普及しつつあるビデオテープレコーダー (VTR) を記憶装置として利用している。特にレーダと VTR との間の非同期方式という新しい考え方の導入により家庭用として普及しつつある小形簡易形の VTR が利用でき、現用レーダと共用可能な普及形プロッターが可能となつた。本章でそのシステム概要と試作装置の実験結果をのべる。

2.2 オートプロッターのシステム

図1にシステムブロック図を示す。PPI レーダ装置から取出される信号には 1. アンテナ回転同期信号 2. 方位基準信号 3. ビデオ信号 4. レーダトリガー信号がある。これらの信号を VTR に記録するには次の問題点がある。1. VTR テープ上には録音できるトラックがビデオと音声の2トラックのみであるので上述信号を多重化してこの2つのトラックに録音する。2. VTR はテレビ信号の録画再生用に設計されているためレーダ信号そのままでは録画できないのでレーダ信号をテレビ信号と似た波形に変換する必要がある。3. VTR 内部の同期はレーダアンテナ回転やトリガー信号とは独立して、両者の同期を連結することは困難なので、レーダと



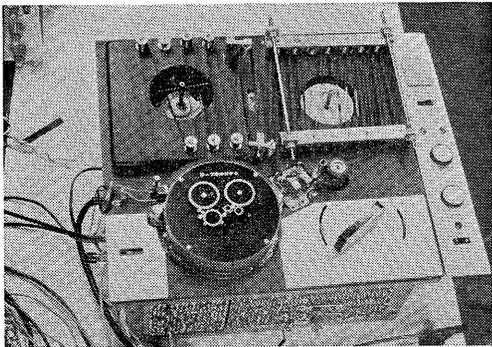
第1図 システムブロック図



第2図 エンドレステープ上に記録されるレーダ映像の配置

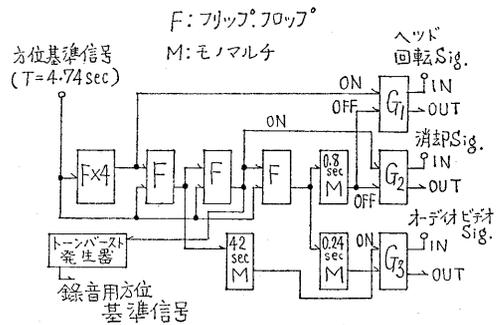
VTR 相互間に同期をとらずに録画、再生できることが必要となる。4. VTR により常時録画と再生を繰返しておりプロットング映像が見たいときはプロットングのための時間を待たずにただちに過去の軌跡がみられるようにする。5. プロットングの回数や時間間隔が任意に選択できなければならぬ。以上の問題点を考慮して設計した。このため VTR にエンドレステープが使用できるように改良して図2に示すごとくテープ上に古い順序にプロットングされたレーダ映像が一画面ずつ配列されるように制御部でタイミングをとる。テープの回転につれて一番古い映像は新しい映像と置き換えられる。(図2では4回のプロットング映像の場合を示した) テープ上の隣合ったレーダ映像間にはプロットング間隔だけの時間経過があることに注意されたい。テープはスタート、ストップを繰返すことなく連続に一定速度で送られており、タイミングをとることによつて録音

時の配列が図2のごとくなる。図3に試作したプロッターの録画、再生部を示す。これはビクター社の家庭用VTR、KV-800形を改良してエンドレステープが使用できるようにしたものである。テープの長さを調節することから任意のプロット回数を得られる。再生時にはテープ上に録画されている映像を連続的に再生することによりCRT指示器に軌跡が順次表示される。1隻のエコーについて観察していると「再生」のボタンを押すとまず1番古い船のエコーが表われ、次のCRT上のスキミングで2番目に古いエコー、次に3番目という順序で軌跡が走つてみえる。CRTに残像があるので1番新しいエコーを表示しているときでも古いエコーが輝点として残っているので軌跡を観察することが出来る。図2に示すごとくテープ上の映像信号の配列におい

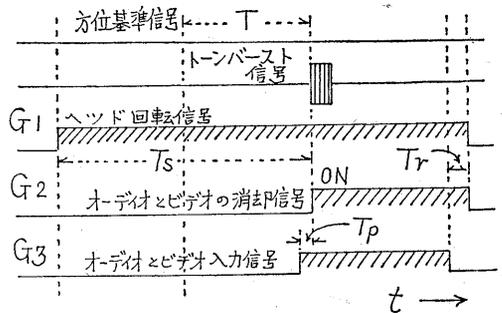


第3図 オートプロッター録画・再生部（エンドレステープ使用のVTR）

て隣合った映像間にスペース $\Delta T'$ が入れているのはレーダとVTRとの相互同期をとっていないので相互の変動分をこのスペース間で吸収させるためのものである。スペース時間の大きさはアンテナ回転むら、電源電圧や周波数の変動によるVTRのテープ速度のむらなどから決定され通常0.4~0.8秒位にとつてある。このようなタイミングはシステムの同期制御部で作られるタイミング信号によりレーダのすべての信号をゲートすることにより行なわれる。タイミングの基準はアンテナ回転周期を基本周期として図4に示す制御回路で作られされる。すなわちアンテナ方位基準信号（例えば船首信号）により計数回路を動作させて信号ゲート閉開用の電圧が得られる。制御回路による信号ゲートのモードが図5に示してある。方位基準信号はトーンバースト信号としてアンテナ回転同期用の信号と重畳されVTRのオーディオトラックに録音される。アンテナ回転とビデオとは同期して録画再生しないとレーダ映像の再現ができない。このためアンテナ回転信号を取出して録画する必要がある。アンテナ回転信号はアンテナを機械的に回転させている歯車にピックアップコイルをとりつけ約100Hzの信号として録



第4図 制御回路

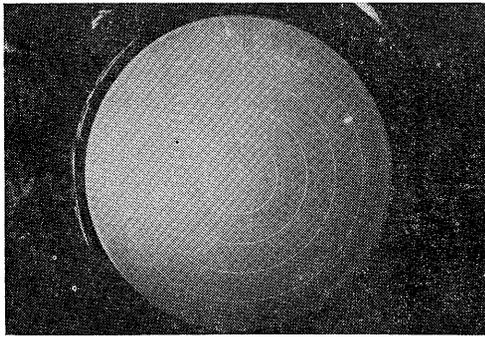


第5図 制御回路の動作モード

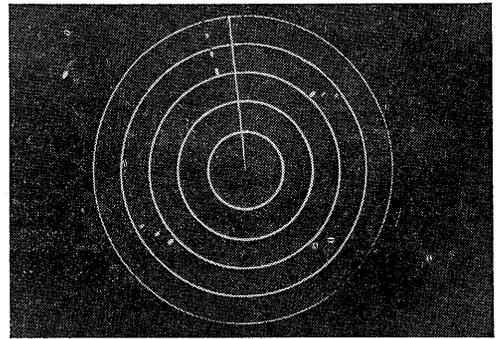
画される。再生時にはこの100Hzからパルスを作りパルスモーターを駆動して、このパルスモーターの軸に取付けた再生用レゾルバーを回転させる。セルシタイプレーダでも同様な方法でCRTの掃引コイルを回転することからプロット映像が得られる。VTRのビデオトラックにはレーダビデオ信号とレーダトリガー信号とが重畳され録画される。この場合レーダビデオとレーダトリガーは、逆極性すなわち一方が正極性なら他方は負極性として重畳され再生時に分離される。簡易形のVTRでは周波数帯域幅が約2MHzしかないがプロッターではプロット映像は単なる輝点の列として表示されていればよいので2MHz程度の分解能でも十分に実用となることが実験的にも確かめられた。上述したごとくオートプロッターは常時レーダと一緒に動作させておき古い映像を適当に定めた時間間隔ごとに抽出して録画し、エンドレステープ上に古い映像から順次並べて並列録画しておけば再生時には一番古い映像から順次新しい映像へと逆方向にプロット映像が表われるので相手船のコースやスピードが容易に判定できる。

2.3 試作オートプロッターによる実験結果

実験室内でシミュレーターを用い擬似エコーを発生させてオートプロッターの動作試験を行なつた。図6(a)にはPPI映像上に表われた3隻のエコーを示す。これらの



(a) 3船のPPI映像(10哩レンジ)



(b) オートプロッターによるプロットイング映像

第6図 シミュレータによるプロットイング軌跡

エコーは単なる3ヶの点として表示されおのおののコースやスピードは判読できない。図6(b)にはオートプロッターによる表示を示す。(a)のエコーがそれぞれどのコースをとりどのスピード(輝点の間隔から)を進行しているのか一目で判読できる。同時は10哩レンジで1分30秒間隔のプロットイング像である。プロットイング映像はレーダ映像に重ねて表示できるので特別な指示器を必要としない。

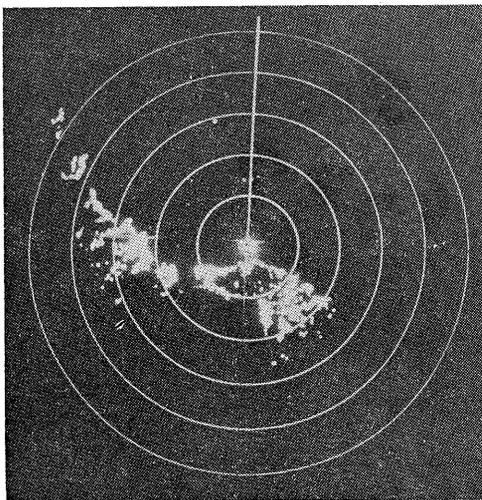
2.3.2 海上実験の結果

江の島のヨットハーバーに装備してある安立電波K.K.製AR401形マリンレーダーと組合わせて実際の船舶のエコーをオートプロッターによりプロットイングしてみた。図7に実験結果を示す。同図(a)はPPI映像で3隻は停船中で1隻は近接中の船舶であるがこれらの識別はできない。同図(b)にはプロットイング像が示してある。移動中の船の軌跡が表われている。ただしこの時は準備

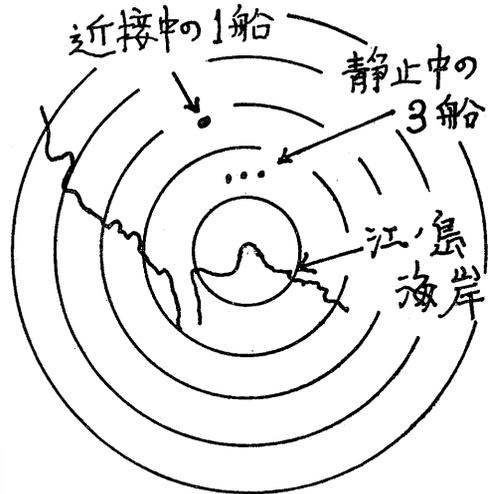
に時間を費してしまい同図(a)からかなり時間が経過してからプロッターを動作させたので移動中の船はかなり近接した位置に来ている。レーダはヨットハーバーに取付けてあるので停船中の船の位置は変化していない。

次いで1969年8月商船大学の練習船汐路丸に積込んで東京湾上にて海上実験を行なつた。

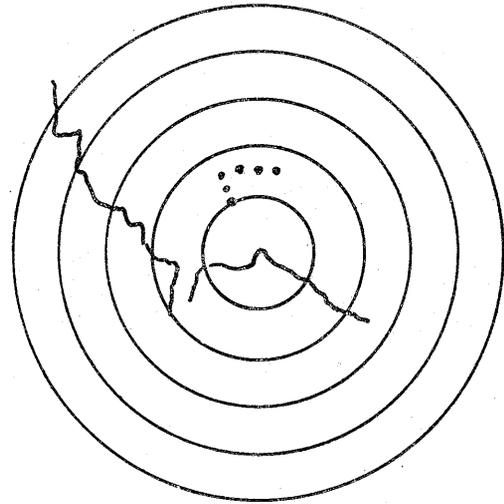
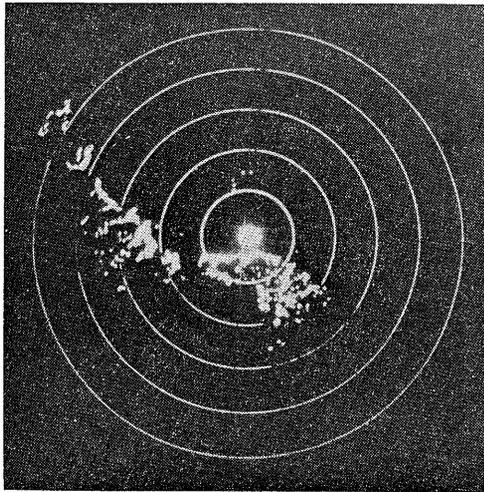
図8は館山入港時のプロットイング映像である。図8(a)は3哩レンジによるPPI映像で海岸線や船のエコーが見られる。同図(b)はプロットイング映像で相対運動表示のため海岸線や仮泊中の船舶のエコーが移動しているがプロットイング像が判読できる図9は浦賀水道を北上中におけるレーダ映像(10哩レンジ)の一部を拡大した写真である。同図(a)はPPI映像で多数の船舶が表われているがこれらを同時にハンドプロットイングすることは實際上困難である。同図(a)の状態ではプロットイングのボタンを押したときに表われた映像が(b)である。両図を



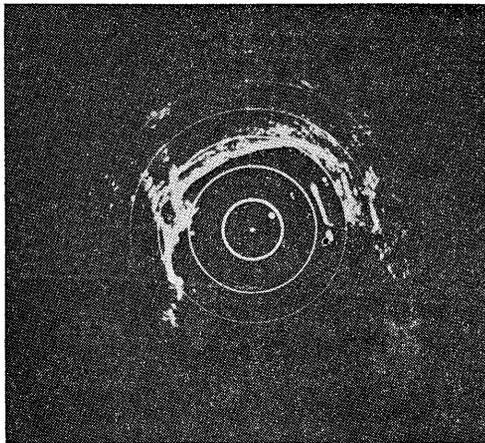
(a) PPI映像(10哩レンジ)



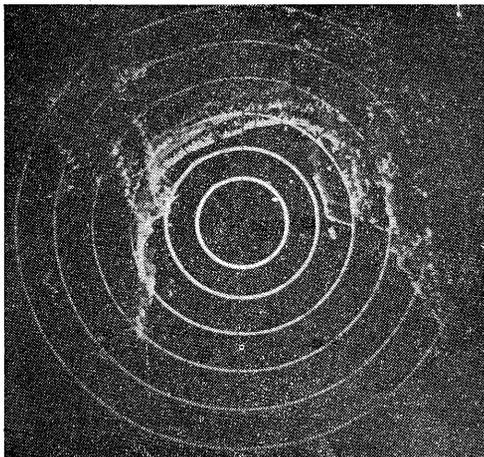
第7図 江の島海岸におけるオートプロッター映像



(b) プロッティング映像 (約1分30秒間隔)

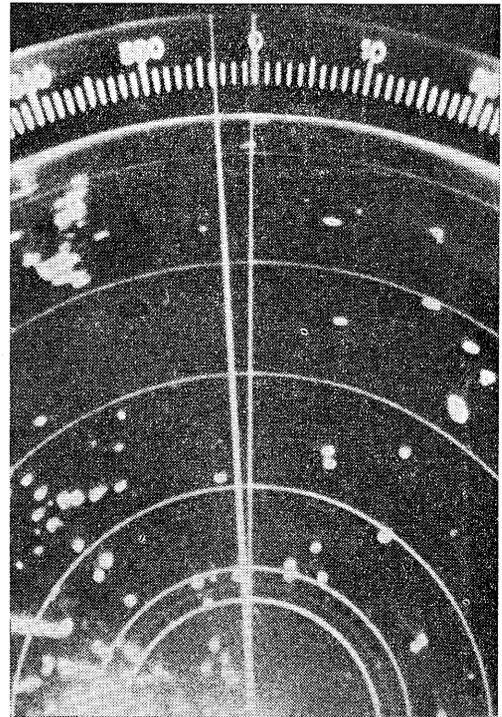


(a) 図



(d) 図

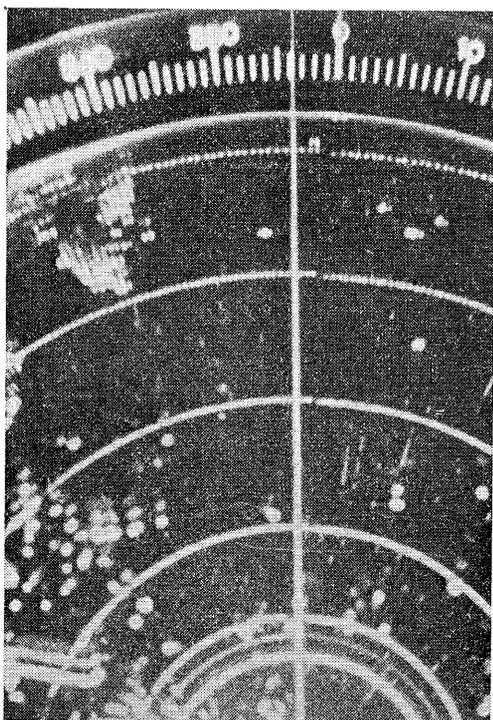
比較すればすべての船のコースやスピードが一目で判読できることが理解できよう。同時(b)のエコーで最も新しい船の位置は最も明るい輝点となり、過去の位置は残光のため薄く見えるが実際にはこれらの輝点が一スキャンごとに走つてみえる。同時は最も新しい映像をスキヤニングしているときの一周期間を写真にとつたので



(a)

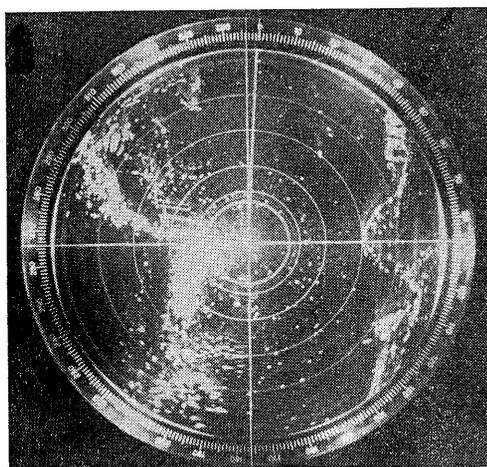
第9図 浦賀水道北上中におけるPPI映像(10漕レンジにおける一部拡大像)

第8図 館山入港時のプロットイング映像(3漕レンジ)



第9図(b) プロットイング映像

古い像は残光でうすく残つてみえている。同図は1分30秒間隔で3回のプロットイングをしたときの像である。実際にはこれら3点の過去の像と現在の映像を重ねることもできるので4個のプロットイング像が得られる。図10は図9と同じ場所で現在の映像と過去3点のプロットイング像とを重ねた映像で4点のプロットイング軌跡となつて表示されている。これらの映像はプロットイングのための時間を待たずにいつでも見たいときに表示でき



第10図 現在の映像と重ねて表示したプロットイング像(4点の輝点で表示される。)

るところに特長がある。

2.4 結言

VTR を利用した自動プロットイング方式の一方式としてオートプロッターを開発して試作装置による実験を行ないこの方式の有用性が確認され普及形プロッター実現の可能性が見込まれた。VTR の寿命や信頼性などは今後の研究に待たねばならぬが VTR は近年急速に普及しつつある製品であり改良も加えられておりプロッターの一部に組込まれても実用になるものと期待している。録画時以外は録音ヘッドの回転を止めるなどしてテープの長寿命化に対する考慮もなされている。近いうちに長期間プロッターを動作させる実験も行なう予定である。オートプロッターの特徴を列挙してみると

1. すべてのエコーのプロットイング像がプロットイング用のボタンを押すだけで再現できる。
2. プロットイング回数、時間間隔を任意に選択できる。
3. 簡易形 VTR を使用できるので小形、安価な装置となり、現用のレーダに附加することも可能である。
4. True Motion 表示によるプロットイング表示も可能である。

年々増加をたどる船舶の衝突防止にこのオートプロッターが役立つ日のあることを期待している。

終りに本研究に御協力いただいた安立電波工業 K. K. 商船大学汐路丸乗組一同ならび実際に装置の試作実験を担当した商船大、庄司和民教授、電通大、荒井郁夫、日馬廉、本村和磨ならびに安立電波 K. K. 鈴木秀一の諸氏に謝意を表す。

参 考 文 献

- 1) Final report on lookout assist radar vol. II (b)
- 2) 市瀬, 小林, 日本航海学会誌 第40号
昭和44年12月
- 3) O. Mitrofanof, Journal of Institute of Navigation
(以下 JIN とする) 1968. vol 21, No. 2
- 4) S. R. Parson, JIN, 1962, vol. 15, No. 3
- 5) J. Watt B. C. Piercy, JIN, 1969, vol. 22, No. 2
- 6) Raytheon 説明書
- 7) 楠, 外, 日本航海学会誌 第31号
- 8) ship building and Shipping Record, July 26, 1968
- 9) 8) に同じ
- 10) P.G. Tarnowski, JIN, vol 18, No. 3
- 11) 庄司, 航海, 第28号, 昭和43年8月
- 12) 桜木, 電波航法, 第9号

紀 行

ユーロポート博覧会に参加して

*(株) 光電製作所 田中 磯 一

Participation Report on the Europort 69 Exhibition

*Koden Electric Co.

Isoichi TANAKA

1. アメリカをまわつて

昭和44年10月19日、夜の10時過ぎに羽田を飛立ってハワイに向つたP社のジェット機は、宝石をちりばめたような東京を後にして上昇を続け、高度9,000メートルに達して水平飛行に移つた。

窓に顔をよせて外界をみると、ジェット機の翼の先端が点滅する標識燈で赤く光つてみえるその先は奥深い星空だった。

そして、急流の瀬音のようなジェットの振動が顔を通して伝わってきた。

やがてシステム化された夜食がだされ、カクテルがだされ、うつとりとした気分になった。

3年ほど前に、ある航空会社からジェット機用のコンピューターの調査を依頼されたときに、ジェット機からは昼間でも星がみえるから、星による天測が常時可能との話があつたので、それ以来のジェットの旅には窓側の席を要求することにしたのである。

数時間の夢とつつの世界を過ぎると、いそがしいような日の出とともに窓辺の星の姿は、たちまち消滅して急速に紺碧の空に変つてしまつた。

たぶん、みていた方向に大きい星がなかつたのだろう。

ある航空会社から依頼されたコンピューターとは次のようなものであつた。

大型のジェット機に異状が起つて、4個のエンジンの内の2個が停止すると、エンジン関係の他のすべての給電が止まる仕組になっているので、常時使用している計

器も止まつてしまう。

そこで、非常用として電池式、ポータブルの航路算定用コンピューターを用意し、天測によつて得た現在の位置と、エンジン関係の情報を入れて計算し、確実に不時着できる最近距離の空港までの航法データを得ようというものであつた。

この度の旅行の主目的は、アメリカの取引先のB社に対する新製品の説明、N社にてのオメガ航法装置の調査、M社とのドップラー航法装置の打合せの他に、日本船用機械輸出振興会……JAPAN SHIP MACHINERY EXPORT ASSOCIATION……の一員としてアムステルダム市に開催される船用機械の博覧会…EUROPORT 69……に参加することだった。

B, M, およびN社はともにカリフォルニアにあつて、マーキュリーやアポロ計画の一部を担当している会社で、それらの計画によつて育てられた技術の副産物であるエレクトロニクスを民需産業に応用して、その成果を市販しつづめるのだ。

ところが3社とも最近の物価高、高賃金、高金利にほどほど困つていた。

工賃が1時間3.5ドルを上廻り、大会社でも金利が9.5パーセントに達し、ある会社では間接費が170パーセントを越えるなど、民需産業として採算がとれない分野がでていたが、巨額な開発資金と巨大な需要に支えられた精密エレクトロニクスの商品化を遂行してゆくアメリカ企業の底力をみせつけられた。

ニューヨークではBR社と船用測深機の打合せを行な

*東京都品川区上大崎2丁目10-45

10-45, Kamiosaki 2-chome, Shinagawa-ku, Tokyo, Japan

い。ジェット機でデュッセルドルフ市を經由してオランダのアムステルダムに到着したのは11月8日、EUROPORT 69 の開会前日だった。

街にでてみると、鉛色の雲が早く飛び、時々大粒の雨がほおをさすような北欧の冬の空模様が私をむかえた。

2. EUROPORT 69 にて

EUROPORT 69 の会場は、アムステルダム市のヨーロッパ広場にあつて、東京の晴海の博覧会場のような形式の常設会場だった。

11月9日午前10時、アムステルダム市長の開会宣言によつて開幕し、6日間の一般公開に入った。

この博覧会はその名の通りに、オランダがヨーロッパの中心的な港湾施設として、ライン河口に建設したEUROPORT の宣伝をかねた船用機械の展示会であり、日本、アメリカおよびイギリスが特に大きなスタンドを設けて、商船用の新装備品を展示していた。

日本は船用機械輸出振興会が、日の丸のなかに縦に“日本”と白抜きにした旗をあげたスタンド内に、白砂利を敷いた川に朱塗の太鼓橋をかけて入場者に渡つてもらつたが、これはなかなかの評判で、日本庭園の美しさを彼等に想像させるに充分な雰囲気だった。

ところが、アメリカとイギリスのスタンドには、ユニフォーム姿の美しい娘さんが、そろいのネッカチーフをつけて入場者を案内し、スタンド内に特設したコーヒーショップにて商品の詳しい説明や商談を進めるように構成してあつたが、今後の参考にすべき手法と思つた。

展示品には各国とも、オートメーションとエンジン関係が多く、特にこれという特集がなかつたが、次のように実用品と思われるものも目についた。

工事用ドリル

……真赤に焼けても続けて削れるドリル

甲板塗料

……乾き上げるまでに表面が自動的に凹凸に整形される滑り止め塗料

電子航法の分野では、レーダー、デッカ、ロラン、ジャイロなどの他に、次の4社からオメガ受信機が出品されていた。

ITT, LITCOM, TRACOR……アメリカ
SERCEL ……………フランス

これらは技術見本品と思われたが、1972年のオメガ電波の運用開始に備えて、関係メーカーがオメガ受信機の実用化を強力に推進している様子がわかり、我々日本のメーカーとともに技術と販売のはげしい競走に突入すると予想された。

アメリカのITT社が開発した衛星航法用受信機も出品されていたが、宇宙カプセルのような形状のアンテナは、近い将来において多数の商船のマストの頂上を飾ることだろう。

超音波のドップラーシフトとジャイロの情報を組合せて船舶の位置や速度を精密に計測するマーカット社のドップラー航法装置も入場者の注目をあびていた。

この写真は、その模擬実験装置の前での1枚である。



“ユーロポート69”博覧会の
ドップラソナー展示場にて

EUROPORT 69 の会期中に、ロッテルダム市附近のEUROPORT を視察したが、10年前には釣ができたというライン河が今ではドス黒く濁り、我国と同様に文明のもたらした公害に悩んでいることを知った。

EUROPORT 69 閉会後に得意先を交えて、振興会主催のパーティがひらかれたが、その席で“日本の機械は修理用パーツの整備が不良である”と忠告されたが、特に進歩、変せん早い電子航法装置の関連メーカーである我々の責任の重大さを痛感した。

特 集

Special Issue

方位測定機の歴史

*東京商船大学 茂在寅男

A History of the Radio Direction Finder

*Tokyo University of Mercantile Marine.

Torao MOZAI

1 無線通信の初期の発達

イギリスの数学者マックスウェル (J. C. Maxwell) が電磁波の基礎方程式を立て、有名な光の電磁波説を発表したのが1865年だった。これをドイツのヘルツ (H. R. Hertz) が実験によって証明したのが188年。イタリーのマルコニー (G. Marconi) が無線電信に成功したのが1895年。イギリス海峡横断通信に成功したのが1899年、更に大西洋横断通信に成功したのが1901年であった。

日本においては1905年 (明治38年) に木村駿吉氏の製作した無線電信機によって、信濃丸から旗艦三笠に、「敵艦見ゆ」と通信して成功をおさめたのを始めとして、1916年には日本とアメリカとの間に、太平洋横断無線電信業務が開始されるまでになった。

この無線電信の急速な発達には、1904年にイギリスのフレミング (J. A. Fleming) が、エジソン効果をさらに発展させて、真空管を作りあげたことによって促進された。それまでは、火花放電を利用した減幅電波を使っていたのが、これ以後、検波と増幅との技術が急速に発達した。

2 方位測定機の着想

方位測定に関する歴史とあれば、その送信側と受信側との2系統について考えなければならないが、ここでは受信側に重点をおいて考えることとする。

天側による天文航法はいかに発達しても、いつたん空が曇天になったときや、天体は見えても水平線の見えな

い薄霧の日や真夜にはこれを利用できず、「電波航法」への期待は、電子技術の発達とともに大きくなった。

電波の到来方向を測定するという考えも、電波が反射することを利用してレーダを作るという考えも、すべて1893年のヘルツの著書「電波」の中にある理論から引き出されたものといえないことはない。

航海術に電波が利用され始めたのは、「無線方位測定機」(Radio Direction Finder——またの名方向探知機、これを略して方探ともいう)の形においてであった。

棒型空中線すなわちループ・アンテナを使えば、電波にある方向性を持たせて発射することも、受信することもできることを発表したのは、1914年ベリニ (E. Bellini) によってなされた。これから発展して1920年にいたつてラウンド (J. H. Round) が、ついに小型のループ・アンテナによる無線信号の受信によって、船の位置を求める方法を発表したのだった。現在の少年達は、ポータブルラジオが方向性を持っていることに気付いている。これは内部にループ・アンテナが入っているため、ループの面を電波の来る方向へ向けると受信音は最低となり、面を電波の来る方向に平行とすれば最高の感度が得られることを知っている。無線方位測定機はこれを利用したものにはかならない。

従つてこれは、受信点において電波の到来方向を測定するものであるから、電波が直進する限り、送信局の方向を知り得るし、逆に測定値から逆算した値、すなわち測定値の反方位によって、送信局から引いた方位の線は

* 東京都江東区越中島
Koto-ku, Tokyo, Japan

得られ、そのままが位置線として使用できる。こうした方法で2つ以上の位置線を得れば、その交点によつて船位を求められるという航海術の一般理論が、ここでも生きるのだつた。

3 方位測定の普及

以上の方法から無線電波の方向の探知には2つの方法が生れた。

- (A) 送信側にはなんらの工作をせず、一様に無方向の電波を放射したのを、受信側で方位測定する方法。
- (B) 送信側に特殊の装置をもうけて、方向性を持たせた電波の送信を行ない。受信側では単純に受信するだけで方位測定値を知る方法。

ここで(A)に属するものとして船舶側が測定をする場合の、無線標識局 (Radio beacon) と方位測定機の組み合わせの方式と、船舶側では方位測定機を持たずに、陸上で船舶からの電波の方位を測定して、これを船舶に知らせる無線方向探知局の両方式がある。また(B)に属するものでは、回転ビーコンやコンソル (Consol) あるいは無線電話型式のトーキング・ビーコン (Talking beacon) などである。

船舶が方位測定機を装備し始めたのは大正の末期頃からであり、わが国では1925年 (大正14年) に通信省所属船たるケーブル敷設船「南洋丸」が第1船とされている。その後昭和の始めに若干の船が取り付けしたが、当初は極めてその数が少なかつたので、測定業務を陸上で行なう無線方向探知局 (当時は無線羅針局と呼ばれた) の設置が急がれた。しかし船舶に方位測定機が設備される傾向も強まり、無線標識局の業務が1932年 (昭和7年) に業務を開始するに至り、船舶側の方位測定設備数も急速に多くなつて来た。

4 方位測定機の発達

方位測定機そのものも、枠型空中線のみを使用した8字形特性のもので、枠を実際に旋回させて最小感度方向を知るが、その反方向との判別は、送信局と受信側とのあらかじめ知られた位置関係から行なうだけのものであつたため、例えば海軍の大演習において、航空母艦から飛び立つた航空機が、霧の北太平洋で帰艦する際、互に運動中の母艦と航空機の関係位置が変化したため、測定方位が180°の誤差を持つまま遂に気付かず、多くの航空機が母艦に帰らぬまま尊い犠牲になつたなどの事故が生じた。

その後この枠型空中線に垂直アンテナを加える方法によつてカージオイド特性を得、180°方向の判別を可能にしてこの問題が解決された。

その次の段階においては枠型空中線の枠それ自身をいちいち動かさずに、空中線は固定させたままゴニオメー

タを利用して、実効上は枠を旋回させたと同じこととする方法が採用されるようになった。このゴニオメータ採用の初期研究において、現在本会の会長であり当時の燈台局技師であつた松行利忠博士が1936~37年 (昭和11~12年) に剣埼燈台で行なつた実験は特記すべきことといわなければならない。

同じ頃、方位測定業務に関する画期的発明として、全方向式ラジオビーコンが、現在本会の副会長であり、当時通信省技師であつた岡田実博士によつて作られたことも、わが電波航法研究会としては、記念すべき事項といふべきではないだろうか。

こうした情勢と相まつて、船舶に対しては昭和12年9月10日を限りとして、下記のように設備が強制されることとなつた。

船舶設備規程・第4編航海用具等・第三章航海用具その他の属具

第146条国際航海に従事する船舶にして総トン数1,600トン以上のものには無線方位測定機を備うべし、但し総トン数5,000トン未満の船舶にして、沿海の航行区域を有するものに付てはその備付を省略することを得。

同付則・第314条

第146条の規定による無線方位測定機は、昭和12年9月10日を限り、管海官庁において、その備付を猶予することを得。

以上の法律施行に伴つて、規定された船舶にはすべて方位測定機が備え付けられることとなり、電波航法の初期段階はこのようにして、方位測定から地歩が築かれたのであつた。

5 第2次大戦後

しかしながら昭和16年に勃発した第2次大戦において、沿岸から電波を発することは利敵行為になるとの観点から、一切の電波発射が管制されたため、大戦中を通じて電波の方位測定は、電波航法という安全目的のためには用いられなくなり、索敵その他の作戦目的にのみ使用されるに止まつた。

ただ、この大戦中に、技術的には主として航空機用のため、手動による方位測定の方法から脱して、単に周波数ダイヤルを、送信局のものに合わせるだけで、方位測定それ自体は自動的に行なわれるADF (Automatic Direction Finder) が開発された。

船舶用としてはこれから若干遅れを見せたが、目を引く改良としては、海軍技術士官であつた伊藤庸二氏が、第2次大戦直後工夫を加え、最初「航路計」と名付けたメータ方式のもので測定を目でみながら行なう方法を試みたことであつた。それに次いで他の方面では、同じく方位測定は手動ながら、測定の精度をあげ測定を容易な

らしむる別な方法として、ブラウン管上に示される映像を見ながら測定する方法が行なわれた。

しかしながら伊藤氏は、さらに改良を加え、電波の周波数を合わせれば、その方位はブラウン管上に自動的にプロペラ形の映像の先端によつて示される方式に成功した。これらの諸方式がさらにいろいろと改良されて現在に至っているが、現在では船舶用のものも殆んどすべてがADFとなっている。

方位測定器の歴史としては、各社製品の製品名を挙げた歴史も考えなければならないであろうが、そのことは各社の製品紹介において触れられるであろうし、著者としてはここには一応割愛させて頂いた。また、陸上施設についての歴史もあるが、そのことは別に述べられると思うので、ここでは一応触れずにおいたことを御諒承願いたい。

アメリカ航海学会へのメッセージ

1969年6月2日、ニューヨーク市自然科学博物館にて、その創立100周年を記念して、開催されたアメリカ航海学会に宛ててなされたメッセージで、当日研究発表を行なった海上保安庁電波標識課只野暢氏に託されたものである。

アメリカ航海学会の第回25総会が、アメリカ自然科学博物館の創立100周年を記念して開催されるに当たり、日本において電波航法にそれぞれの分野で従事している者が、電波航法の進歩と改善のために結成している電波航法研究会(JACRAN)を代表して祝詞を述べる機会を与えて下さいました事に心から感謝いたします。この第25回総会で成功裡に終了し、貴航海学会が今後ますます発展され、この方面に貢献されることを希望すると共に、今後、貴航海学会と、わが電波航法研究会の間に資料・情報交換の途が開かれれば、われわれとしてもこれ以上の喜びはありません。

電波航法研究会会長
松 行 利 忠

On behalf of the members of the Japanese Committee for radio Aids to Navigation (JACRAN), I am very happy to have an opportunity to extend our hearty congratulations on the Twentyfifth Annual Meeting of the Institute of Navigation, which will be held in celebration of the 100th anniversary of the American Museum of Natural History.

I hope that the Institute of Navigation will have a prosperous future and contribute greatly to the navigation field in your country as well as in the world.

Since both ION and JACRAN have many matters of common interest and complementary objectives in this field, we would be unable to contain our pleasure if the way would be opened for the exchange of useful data and information between our two parties.

Please accept our best wishes for a very successful meeting.

TOSHITADA MATSUYUKI
Chairman of the Japanese committee
for Radio Aids to Navigation

方向探知機の誤差に対する一考察

*電気通信大学 清 都 誠 一

(航法工学研究室)

An Analysis for the Errors of the Direction Finder

*Univ. of Electro-Comm. Seiichi KIYOTO

(Navigation Eng. Seminary)

Synopsis

Sometimes we heard about the negative evaluations to the shipborne Direction Finder, such as 'these equipment had lost their necessity already, under the developments of RADAR and LORAN which widely used onboard at present.

It's supposed the major reason of such complain would be come from its results may show sometime a doubtful value or apparently error. But this contender makes a mistake, because the real reason is very simple as following; such result was not measured by the Radio Operator who had not learnt about the navigation and also didn't a carefully attention for the direction finding errors.

On this standpoint this report tried to give some advices and suggestions about the importance of the knowledge to the direction finding errors.

1. まえがき

電子機器が航法に役立つということが認められたのは、方向探知機（以下方探という）が最初であり、電波航法の揺籃時代から現在まで航海と航空を通じて利用されているものは方探だけであるといつてもよい。

盛衰の激しい電波航法機器の $\theta\theta$ 方式（方位交会方式）だけについてみても、ANビーコン、YGビーコンその他既に歴史上の機器となつてしまつたものが多い中で、何故この最も旧式な方探が生き残つているのであろうか。それは、回路的に単純なこと、機械的に強固なこと、操作の容易なことなどの優れた特徴を持つていて

はいえ正に一つの驚異であろう。もつとも、方探が世に出た初期においては、航海者の大半はこの新しく航法機器の仲間入りをした方探について、その特性に対する理解力が低く、また、運用法にも全く未熟であつた。（このことは通信担当者にもいえる）。そのため方探の成果に対する評価はなかなか高まらず、中には大型船としての単なるアクセサリー化するものも少なくなつた。特に知識の不足が見受けられたのは、方探の誤差に対する理解と、その処置に関する点であつたようである。その一例として、ある船で方探から得た位置線を作図したところ、島の上に船位が出たという笑えない事件も起つた。この事例は測定当事者が誤差について如何に無関心であつたかを示すものに外ならない。

一方航空界における方探の位置はどうであつたかという、第一次世界戦争後急速に発達した定期旅客機の大型化（現在から見れば20名前後になつたに過ぎないが）に伴い、その安全性の向上と定期性の確保のための探究が懸命に進められ、遂に1930年のパリ会議で方探を利用した航法と着陸誘導法（ZZ法）が開発され方式化されるに至り、単なる航法の援助手段としてではなく、幼稚ではあるが電波航法としての形体を示す第一歩となつた。この頃のアメリカは、ANビーコンによつて全航空路を結ぶことを目標に整備中であり、従つて方探方式の開発にはあまり熱心ではなかつた（数年後にはアメリカもADFを開発し大型機に載せるようになったが、主目的はホーミングにあつた）。このようにして現在航空における方探は、単に概略の方向を知るという意味の方向探知機（Direction Finder）から脱脚して、方位測定機（Bearing Finder）の位置までに高められているといつ

* 東京都調布市
Dhofu-shi, Tokyo, Japan

てよい。このように方探は方位測定機として使つてこそ、その価値は高められ航法に対する有力な協力者となれるであろう。

しかしながら、航海者の間では方探に対する評価は未だ十分に高まっているとはいえないようである。その理由として考えられるものは、方探の誤差に対する理解力、データの処理に対する知識および測定経験などの不足から、方探は信頼できる数値を与えないものだという観念に陥つている事にあるようである（戦前のドイツでは1,000回以上の測定経験を航空機の着陸誘導担当者に要求していた。一方、最近の日本では、例えば野島崎無線測位局の場合、1年間の平均探知回数は180回前後に過ぎない）。

以上のような見地から、方探の再評価に資する目的で、その誤差に対する考え方とデータ処理について考察を行なつて見た。

1. 方探に現われる誤差

方探を行なう際に現われる誤差は非常に数多く存在するが、これを整理し纏めてみると、大体次の6種類に分類することができる。

- (1) 方向探知機自身に持つ誤差
変位電流効果による誤差、ゴニオメーターから生ずる8分円誤差など
- (2) 電波の伝搬経路に起因する誤差
夜間誤差、薄暮誤差、山岳誤差、海岸線誤差など。
- (3) ループに近接する擾乱物体による誤差垂直導体による誤差、船体による誤差、非対象位置による誤差など。
- (4) 人為誤差
操作不良による誤差、読み取り誤差、計算上の誤差、較正曲線作成上の誤差、不良較正曲線使用による誤差など。
- (5) 運動に伴う誤差
誤針誤差、傾斜誤差など。

(6) その他の誤差

感度不良による誤差、位置線交角による誤差、磁気嵐による誤差、落雷によつて生ずる誤作、ローカルアトラクションその他羅針盤の示度に異状を生ずるためによる誤差など、

である（航法に関係のない誤差は除く）。

さて、このような多種多様な誤差に対してわれわれはどのように対処すればよいのであろうか。以下これらの誤差に対する考え方と対策について、所要の実験を行ないながら検討を加えてみた。

2 各種誤差に対する考え方とその対策

まず(1)の方探自身の持つ誤差については、各メーカーの技術陣により綿密に設計され製作され、船舶に装備された後も細心の注意をもつて整備、調整あるいは補整されるので、これらの誤差は全く無視できるものと考えてよい。従つてその対策は不要である。

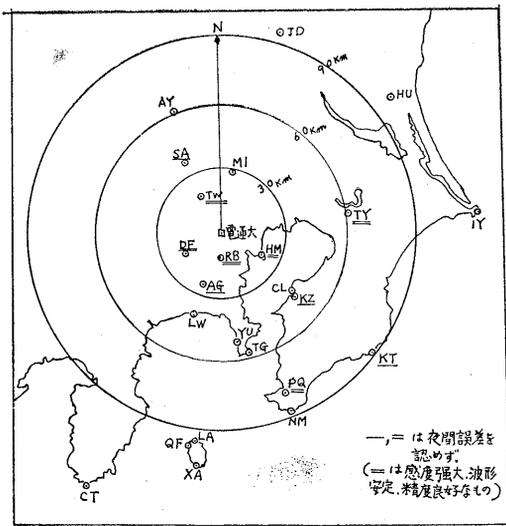
2-1 夜間誤差

昼間電離層に吸収されて反射が弱く、地表波に対してほとんど影響を与えなかつた空間波が、夜間、電離層による吸収が減衰して反射エネルギーが増大すると共に、楕円偏波となつて地表波と混合する現象、すなわち、フェージングにより探知示度を狂わせる現象である。また、イオン密度の不均一のため探知示度の変移量も絶えず変動して、必ずしも対象的な変化を示すものでない。そのため、聴覚式の時代には夜間は測定できないものとする傾向があつた（航空界において盲目着陸の誘導に用いられたことを除いて）。しかしながら、現在のように視覚式の方探が普及したことによつて、方探は夜間でも或る程度利用できるものとするのが妥当であるといふことになつた。ただし、文献によつては利用可能な範囲に差異が認められるので、夜間誤差の実態と利用限界の探究のため一連の夜間測定を試みてみた。その結果は第1表および第1図に示す。

第1表 昼間測定値と夜間測定値の対比

ビーコン局名	識別	周波数	電通大より		昼間の測定値	S 44. 1. 30. 18h~19h		
			真方位	距離(km)		測定値	QSA	備考
木更津	KZ	202	132	45	128	129	4	安定
下総	SH	208	65	45	68±3	62-73	4	昼夜共激振
大島	XA	216	187	109	173.5	172-180	3	
太子	GO	225	31	143	21	2-30	3	
大宮	MI	231	11	29	355±4	356±4	5	昼夜共激振
茅ヶ崎	LT	236	200	41	182±3	175-195	4	昼夜共緩振
熊谷	AY	240	339.5	59	329	330±2	4	

ビーコン局名	識別	周波数	電通大より		昼間の測定値	S 44. 1. 30. 18h~19h			
			真方位	距離(km)		測定測	QSA	備考	
川厚横	角木	SA	251	329.5	37	324.5	324	5	安定
	須賀	AG	257	197	18	188	188.5	5	
		YU	270	173	52	159.5	163.5±4	4	
羽伊野 豆大島 野島 剣塩 塩屋 銚勝 八丈 石室 御前	田島	HM	282	120.5	23	120.5	120	5	安定
	埼	LA	290	188.5	98	176.5	173.5±4	4	
	埼	NM	290	160	92	149.5	150.5±2	4	
	埼	TG	290	168.5	60	157.5	155.3	4	
	子	TM	313	41	197	34	27.5-50	2	
	浦	IY	313	88	120	94.5	88-98	3	
	島	KT	313	130	91	125	125	4	
	埼	CJ	319	174	287	162	162±3	3	
	埼	CT	319	209	134	199.5	189-209	3	
埼	OA	319	226	169	222	220-240	2		
立東焼 京 I L 焼 東 横 百 館 宇 座	川	TW	330	327	19	320	319	5	安定
	山	CL	336	132.5	44	129.5	127±2	3	
	崎	YZ	344	231.5	149	232	220-260	2	
	川	TY	350	82.5	61	89.5	89	5	
	岸	RB	357	180	11	169	169	5	
	山	HU	366	53	100	49.5	48±4	3	
	崎	FQ	373	158	81	148	149	5	
	宮	JD	389	17.5	97	5	3±4	3	
	間	DF	401	238	18	244.5	245	5	



第1図 電通大付近のビーコン局と夜間の利用圏

本学における測定については、昼間は数局を除いて全局の測定値はほぼ安定しており、測定は容易である。これと今回行なった夜間測定の値とを対比してみると、29

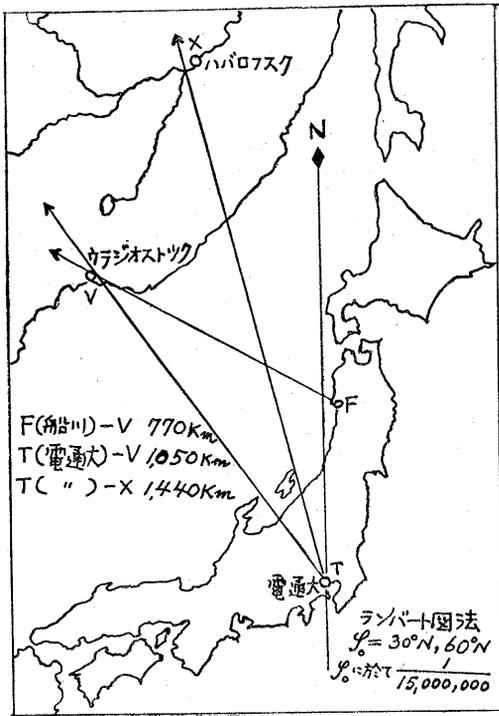
局中10局は安定、かつ、正確(±1°以内)にであり、また、変動を示すものの中でも、近距離のMI局は昼夜共変動幅が等しい。以上を総合して利用圏の限界を考察すれば、第1図で明らかのように概ね30km以内ならば夜間誤差を考慮する要がないことが分る。なお、それ以上の距離の局であつても東京(61km)、館山(81km)のように感度の強大な電波は、極めて安定であり高い精度を示した。従つて、夜間におけるビーコン波帯の利用圏の決定要素は一般にいわれている周波数よりも、むしろ信号強度によることが立証されたものと考えらる。

2-2 薄暮誤差

薄暮誤差は一般に夜間誤差の分野に入れている文献が多いが、これは薄暮時における電離層の高度が変化する過程に起る効果であり、現象的には夜間誤差と大きな違いがある。すなわち、夜間における変動は比較的緩慢であり、変動幅も最大20°位であるのに対し、薄暮の変動は急速であり、最大偏移量は一方向に90°にも達するのが特徴である。従つて対策としては、日出前および日没後の各30分位は、至近距離の局以外に対しての測定は行なわれないことが原則である。

2-3 山岳誤差

電波の到来経路の途上またはその側近に山地帯あるいは突出した山が存在するとき、それらによる反射波または回折波が混入して起す誤差であるが、特徴としては、山地経由の電波であつても、その後海上または平野を相当距離伝搬した電波には山岳による影響がほとんど見受けられなくなるのである。それを実証するため、北アルプスおよび三国山脈越えの遠距離測定を試みたのを第2図に示す（これには船川水産高校の協力を得た）。



第2図 山岳越えの遠距離測定

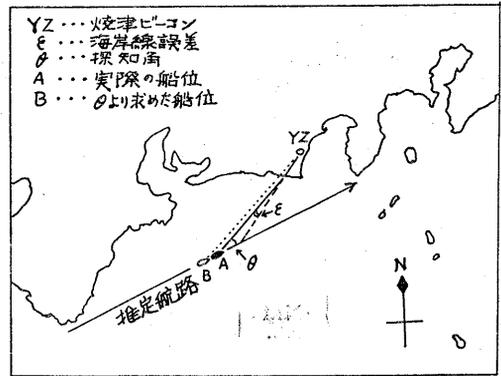
2-4 海岸線誤差

電波が陸地から海上に、またはその反対の経路を取る場合のように、媒質の異なる地域を伝搬する際に屈折する。この効果によつて生ずる誤差が海岸線誤差であり、方探に関する文献には必ず記述されているので、ここではその実際の例を第3図に示す。

対策としては、日本の各地域に見られる海岸線誤差の実態報告を各船に依頼して蒐集すること、できるだけ海岸線を直角に近い角度で通過する電波を選ぶことが望ましい。止むを得ない場合は、海岸線の形状と電波の経路から、海岸線誤差含有の可能性と、位置線が船位のどの方向に偏するかの予想を予告しておくことが必要であろう。

2-5 垂直導体による誤差

近接擾乱物体による誤差についても、文献に明記され



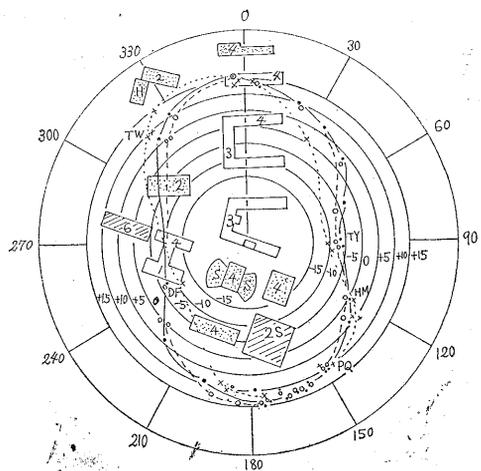
第3図 海岸線誤差の実態

ていることであり、対策だけを考えれば、非同調垂直導体に対してはバランス調整を丁寧に行なえば0点が明瞭に得られる。また、同調垂直物体に対しては同調周波数を調査しておき、その周波数のビーコンを避けるようにすればよい。

2-6 船体による誤差 (4分円差), 非対象位置による誤差 (2分円差)

この2種の誤差についても、一応文献の示す通りであるが、特に注意を要することは、船体の帯磁状態に変化を生ずるような作業特にループ付近の船体の形状の変更、または、入渠後には必ず誤差値が変化するものと考えべきで、そのような場合は必ずこれらの誤差の再測定をする必要がある。その例として、電通大における鉄筋建造物の増設に伴う較正曲線の3年毎の変遷を第4図に示す。

- x x x S. 39.5. に増設した鉄筋建造物と較正曲線
- ○ ○ S. 42.5. に増設したものと較正曲線
- ● ● S. 45.2. に増設したものと較正曲線



較正は階数 H はホール S は階数教室 未建物は省略

第4図 鉄筋建造物による影響の変化

2-7 操作, 読み取りおよび計算上の誤差

これらの誤差は未熟の過程によく見られるものである。従つて、方探関係者は機会あるごとに測定経験を増し、完熟に勉めなければならない。

2-8 較正曲線作成上の誤差

多くの文献では、較正曲線の作成要領として、発信艇による右回りと左回りの2回測定を行ない、その平均値から較正曲線を作るように示しているが、これは問題である。すなわち発信艇の電波に誤差がないという前提が絶体条件であるが、多くの場合発信艇は測定船の回りで円運動を行なつていようであり、電波発射の都度定針することはない模様である。また、発信アンテナの傾斜、非対象型展張、保針不良あるいはヨーイングなどのため、右舷と左舷に発射される電波の発射中心に狂いが生ずれば、測定値の平均は無意味なものになってしまうことに留意しなければならない。従つて、大型の発信艇を使うことは避けねばならない。曲線の作成が終つたならば必ずできるだけ多くの局を測定し曲線の精度を確認しておく必要がある。

2-9 不良曲線による誤差

2-6 で述べたように、較正曲線は必要の都度作り直さなければ不良なものとなつてしまう。その上に曲線を歪ませる要因としてドラフトの変化がある。通常、較正曲線は空船時に作成されるが、実際に利用されるのは載貨状態の時である。ところが、最近の船舶では空船時と満載時におけるドラフトの差が10メートル前後に達するものが少なくない。従つて、水面からループ基部までと、ループの高さとの比が大きく変化し、このため誤差の最大値を数度減ずることになるから、ドラフトの変化に応ずる極値の変化量を算出し曲線に併記しておく必要がある。

2-10 運動に伴う誤差

誤針誤差は保針不良、ヨーイングにより、傾斜誤差はローリングおよびピッチングにより発生する。従つて測定時には特に細心の保針が必要であり、また、荒天時の測定は好ましくない。

2-11 その他の誤差

感度微弱および雑音過大の時には正確な読みが困難となり誤差を生じ易い。対策としては、数回測定の平均値を求めるのが通常である。また、位置線交角の過小は読みの不正確は免れないので、局の選定に当つては、できれば 15° 以上の位置線交角が期待できるように選ぶことが望ましい。

なお、磁気嵐あるいはローカルアトラクションに遭遇した時は、それによる影響がなくなるまで測定を待たなければならぬ。

最後に落雷であるが、船舶は海上にある最高の突出物体であるため、雷雲が近づくると落雷する機会が多い。このような場合、船体の帯磁状態に変化を生ずることもあり得るので、較正值に変化がないかを、点検しておく考慮が必要である。

3 結 論

方探には以上のように多種多様の誤差の要素要因が、存在するが適切な対策で対応すれば大きな有用性を発揮するものである。この見地から見れば、切角方探を装備しながら船位を失つて座礁する船舶が絶えないのは誠に遺憾である。

一般に方探を操作する通信士は航法に暗く、また、測定データを処理する航海士は方探の誤差に明るくはないようである。もし、両者の間に方探あるいはデータ処理に対する不信感が介入するようなことがあると、到底方探の有効な利用は期待できない。従つて、もし測定値に疑いが生じた場合は、両者協力してどの種類の誤差が加わつたのか、除去または修正できるかなどの探究を行ない。方探、利用について十分理解し合うことが望ましい。また、船位が明確に分つている時点で測定を試み、方探の特性を理解し、併せて測定経験を増進させることに努めなければならない。

参 考 文 献

- | | | |
|---------------------------|-------------|-----------------------|
| 1 船舶用方向探知機 | 岡本次雄 | オーム社 |
| 2 方向探知機と航法無線の概要 | 鈴木省吾 | 東京電機大学出版部 |
| 3 航空航海と無線方向探知機 | 門岡速雄 | 丸善 |
| 4 方向探知の測定値に対する解析 | 清都誠一 | 電気通信大学学报24号 |
| 5 航空無線 | 平岡寛二 | 工業図書 |
| 6 船位誤差論 | 鮫島直人 | 天然社 |
| 7 電波測位 | 大岡 茂 | 兼六館 |
| 8 Radio Aid to Navigation | R. A. Smith | Cambridge Univ. Press |
| 9 無線工学ハンドブック | | オーム社 |

船舶用方向探知機に対する陸上援助システム

*海上保安庁燈台部電波標識課

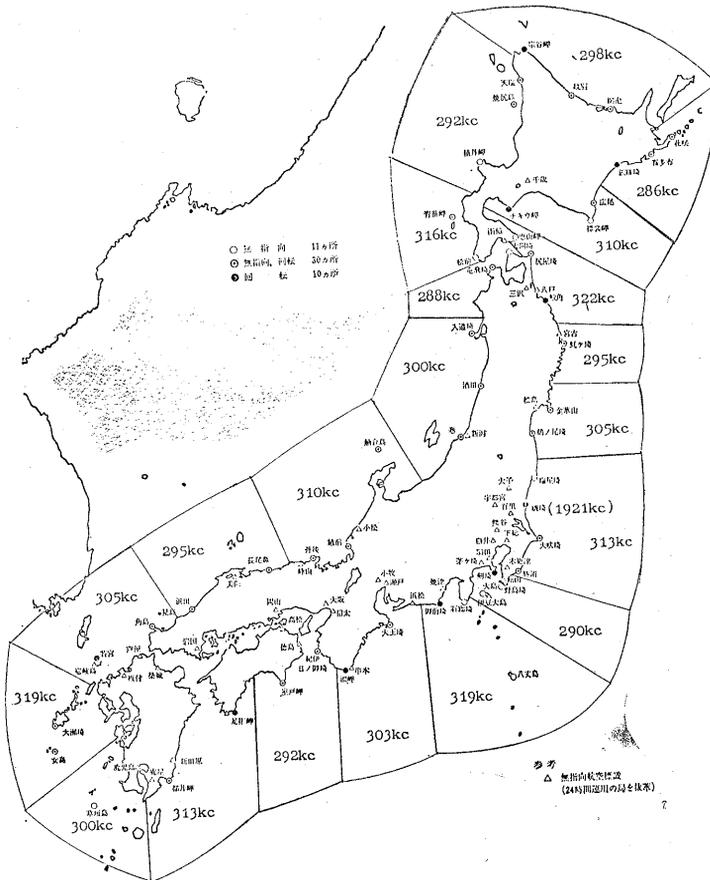
Shore Based Aids Systems for the Marine Direction Finder

*Maritime Safety Agency, Radio Navigation Aids Division

1. 概要

現在海上保安庁では全国50ヶ所に中波ビーコン局を設け、このうち41局が無指向性ビーコン電波を放射して方向探知機を搭載した船舶の測位業務に対するサービスを行なっている。この全国的配置状況は第1図に示すとおり

りであり、各局の発射周波数は図中に示されているようにブロックに分けられて各ブロック内で同一周波数を使用し発射時間を配分している。全局の発射周波数および発射時間を第1表、第2表にまとめて示す。



第1図 中波ビーコン局配置図

*東京都千代田区霞ヶ関
Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo Japan

第 1 表 中波標識発時射間表

周波数 A2 KC	局名	指向性	無指向性	呼出名称	標識符号	発射時間											電圧 V	通帯方位 測定範囲	
						5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55			60
310	広尾	○	○		HO	////			////			////			////			260	50°~170°
	衫裳岬			初	MO													400	25~295
	狭ウ岬	○			CK		////		////		////		////		////			400	80~280
286	花咲	○	○		KY	////		////		////		////		////				400	300~260
	霧多布	○	○		UT	////		////		////		////		////				260	80~220
	釧路埼	○			UR		////		////		////		////		////			260	120~300
298	網走	○	○		AS	////		////		////		////		////				260	320~120
	紋別	○	○		MN		////		////		////		////		////			400	320~120
	宗谷岬	○			OY		////		////		////		////		////			400	258~102
292	天塩	○	○		TC	////		////		////		////		////				260	190~330
	燗尻島	○	○		YG		////		////		////		////		////			260	30~270
	積丹岬	○		た	CM													400	245~65
316	青苗岬	○	○		AO	////		////		////		////		////				260	59~300
	松前	○		ま	FK													400	110~280
322	恵山岬	○		え	AM													400	345~154
	尾屋埼	○	○	り	YA		////		////		////		////		////			400	270~170
	鯨角	○			KD		////		////		////		////		////			260	310~155
288	大岡埼		○	お	AZ													260	209~104
	竜飛埼	○	○	た	TP		////		////		////		////		////			400	220~100
295	角崎	○	○	と	TD	////		////		////		////		////			260	354~180	
305	金華山	○	○	き	KA	////		////		////		////		////				260	20~210
	穂尾埼	○	○		UN		////		////		////		////		////			260	336~168
313	塩屋埼	○			TM													400	0~360
	犬吠埼	○	○	い	IY		////		////		////		////		////			260	0~208
	勝浦	○	○		KT		////		////		////		////		////			260	50~250

□ 無指向性 ▨ 指向性 回転式

局の運用は従来すべて有人局であったが、昭和37年以來順次無人局化計画をすすめている一方、送信装置においても従来の真空管に代え半導体を採用することを計画し、昭和42年度に完全半導体化した送信装置を試作、昭和43年度より順次実用に供している。

無人化と同時に局の動作状態を遠隔監視するため、ビーコン監視局をそのビーコン局を管理する事務所においている。監視方法はビーコンに使用する2種類の変調周波数を利用し、それぞれに僅かに異なった正確な周波数4波を準備し、局の状態により8種類の情報を伝送している。たとえば釧路局の例では 697, 5c/s, 712, 5c/s, 727, 5c/s, 742, 6c/s, 892, 5c/s, 907, 5c/s, 922, 5c/s, 937, 5c/s により電源常用電源予備、送信機現用、送信機予備、管制器現用、管制器予備、出力正常および出力低下の8項目の状態の伝送を行なっている。

2. 全国的な局配置

無指向性ビーコン局の有効範囲は受信点における電界強度と方向探知機の受信感度によって個々に決まるものであるが、平均的に昼間100哩、夜間50哩として全国的

局配置を決めている。

中波ビーコン局には無指向性ビーコンと回転ビーコンの2種類があるが、一般には両者を併設することが原則である。地形的にループアンテナの展張が困難な箇所、若しくは付近の地勢からループアンテナ指向特性がくずれる恐れのある箇所は無指向のみでありまた付近に既設の航空ビーコン局などがあつて別に無指向性電波を発射する必要のない箇所では回転ビーコン電波のみを発射している。

3. 局の構成および主要定格

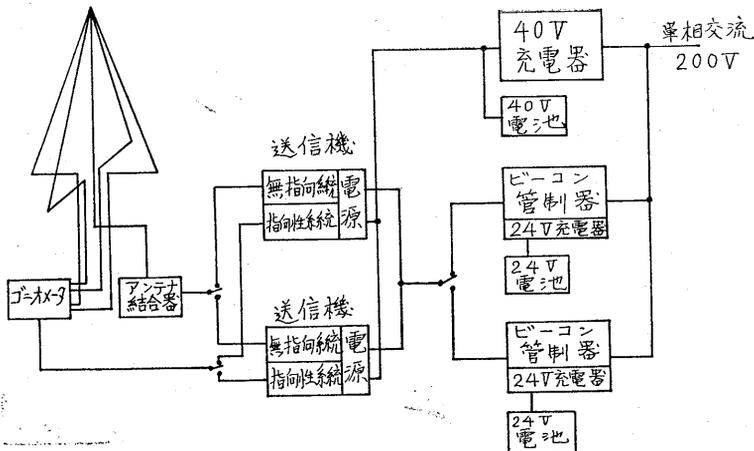
中波ビーコン局の機器構成系統図を第2図に示した。各機器の概要および主要定格は次のとおりである。

3.1 ビーコン管制器

中波ビーコン局は前述のとおり、ブロック毎の各局がタイムスケジュールに従つて電波を発射しているが、その時間管制は各局が個々に独立して行なうようにしているため、時間制御には十分な精度が要求される。この電波発射の時間および送信機の電鍵操作を行なっているのがビーコン管制器である。

第 2 表

周波数	局名	指向性	風指向標	呼出名称	標識符号	発射時間										電波電力W	通帯方位測定範囲	
						5	10	15	20	25	30	35	40	45	50			55
290	野島埼	○		のびま	NM												400	71~275
	剣埼	○			TG		////			////				////			260	90~270
	伊豆大島	○			LA												400	210~111
319	八丈島	○		はちぢま	CJ												400	0~205
	石廊埼	○		いさ	CT												400	61~276
	御前埼	○			OA			////		////				////			260	90~270
303	大王埼	○		おお	OZ		////		////		////		////				400	2~244
	瀬山甲	○		しのみき	SM		////		////		////		////		////		260	60~270
292	紀伊御前	○			HN	////		////		////		////		////			260	135~340
	室戸甲	○		むす	MT		////		////		////		////		////		260	45~300
313	匠摺岬	○		あし	AR	////		////		////		////		////			260	40~250
	若井岬	○		わい	TI	////		////		////		////		////			260	36~216
319	大瀬埼	○			OU	////		////		////		////		////			260	145~10
	女島	○		めま	MM	////		////		////		////		////			260	0~360
305	角島	○			JM	////		////		////		////		////			260	172~72
	若宮	○			NU	////		////		////		////		////			260	0~360
300	草垣島	○			KK												400	0~360
295	長尾鼻	○			OB	////		////		////		////		////			260	270~10
	浜田	○			HT	////		////		////		////		////			260	240~40
310	船倉島	○		ふら	HA	////		////		////		////		////			260	0~360
	越前	○			EN	////		////		////		////		////			260	170~350
	丹後	○			TN		////		////		////		////		////		260	250~60
300	入道埼	○			DO	////		////		////		////		////			400	200~60
	酒田	○			ST	////		////		////		////		////			260	210~10
	巻	○			NY		////		////		////		////		////		260	220~56
1921	磯埼	○			YS	////	////	////	////	////	////	////	////	////	////		320	0~180



第 2 図 中波ビーコン局配置図

ビーコン管制器は標準時間信号の原発振として水晶発振器を使用し、1MCから通降して各時間信号を作り、定刻に電波発射制御信号を送信機に送出する。また無指向電波の電鍵符号も同一水晶発振信号から作成している。

主要定格

時間信号安定度	3ヶ月にて誤差±3秒以内
動作方式	現用予備自動切換方式
電源	DC24Vバッテリー浮動充電方式

3.2 送信機

送信機はビーコン管制器から電波発射時間の制御信号を受け、これに従って電波を発射する。

主要定格

送信機出力	A 2, 260W
信号発振方式	発射波 水晶発振方式 変調波 磁歪発振方式
送信周波数偏差	0.01%以内
変調周波数	600c/s~900c/sのうちの8波

変調周波数偏差	0.5c/s以内
動作方式	現用予備自動切換方式
電源	DC40Vバッテリー浮動充電方式
構成	無指向、回転二系統独立構成

3.3 空中線

中波ビーコン送信アンテナは無指向のみの局では、T型あるいは逆L型であり、回転ビーコンと併設の局ではトライポール40mの垂直アンテナを使用している。接地系はアースマット(2.9mmφ, 2000mm×2000mmメッシュ)埋設面積36m四方を標準としている。

4 むすび

中波ビーコン局は最も初期の電波標識であるが、利用法が簡便であるので小型漁船で比較的良好に利用されている。しかし、ロランやデッカの普及、あるいは近く世界的に実用に供されようとしているオメガの普及、あるいは精度の問題などから、革新の波がじわじわと押し寄せているという感無きにもあらずである。

(18頁よりつづく)

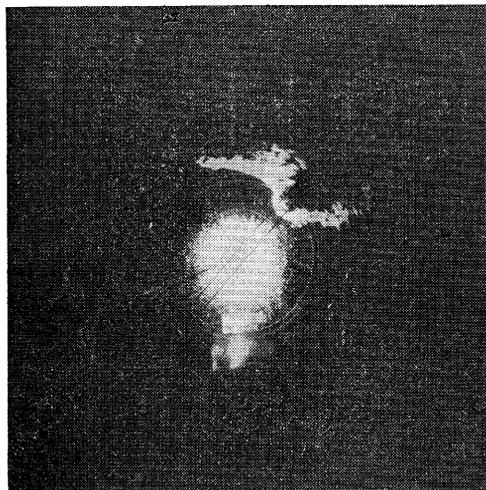


写真8 観測点8レンジ8NM

りトランスポンダ信号像の一部が陸地エコーと重なり、6個の符号のうち第一発目のトランスポンダ局に最も近い符号が常にマスクされて6個確認されたことはなかつた。写真8参照)トランスポンダは障害標識であり、そのような場所に設置されるのが最も好ましいわけで、今後は燈浮標等にも設置されることと思われるが、以上の様なことから陸地エコーが強い場合は、符号パルスの全長を長くしマークスペース比を変えてマークを長くした方

が、陸地エコーと符号とが判別し易い様に感じられるので更に検討すべき問題と思われる。

(3) トランスポンダ信号の受信回数割合について
一般船舶がレーダのPPI上の映像を見る場合常時見ているわけではなく、スキヤナが2~3回転する位の短時間であり、従ってトランスポンダ信号の受信回数が10回転以上に1回の割合では、信号受信のため長時間待たなければならない、使用する者に不便を感じさせるので受信される機会が多い程サービスの向上になると思われる。

又毎回受信されても妨害になるとも考えられない。受信される機会は少なくとも4~5回転に1回の割合が限界ではないかと思われる。

以上評価試験の結果について述べたが、今後送信側の改善対策として検討すべき点は

- (1) 有効範囲方向にアンテナに指向性を持たせて利得を上げる
- (2) 送信出力の増加
- (3) アンテナカバーの塩害による損失又以上の他に有効距離の定め方として
 - (1) レーダの最小受信電力
 - (2) 符号の濃淡
 - (3) 符号の受信回数割合等があげられる。

方向探知に関する法規解説

*郵政省電波監理局無線通信部航空海上課

原 田 純 蔵

Rules for Direction Finders

*The Ministry of Posts & Telecommunications
Radio Regulatory Bureau

Junzo HARADA

はじめに

方向探知に関する規則は、船舶に設置した無線方位測定機、航空機に設置した無線方位測定機、船舶又は航空機を相手として方位の測定を行なうため陸上に設置した無線方位測定機及び郵政大臣が施設した無線方位測定装置についてのものがあるが、ここでは主として船舶に設置した無線方位測定機に関する国内法令及び関連する国際条約について述べることにする。

1. 無線方位測定機の設置を義務づけられている船舶について

無線方位測定機を設置している船舶の中には法令によりその設置を強制されているものと、漁船のように任意に設置しているものがあり、後者の数が多い。

即ち、船舶設備規程（昭和9年2月1日逡信省令第6号）第146条に「国際航海ニ従事スル船舶ニシテ総屯数1600屯以上ノモノハ無線方位測定機ヲ備フベシ但シ総屯数5,000屯未満ノ船舶ニシテ沿海ノ航行区域ヲ有スルモノニテハ其ノ備付ヲ省略スルコトヲ得」とあり、原則的には国際航海に従事する1,600トン以上の船舶に設置を強制している。

これは「1960年の海上における人命の安全のための国際条約」（以下安全条約という）第5章第12規則(a)項に総トン数1,600トン以上の船舶は、国際航海に従事する

ときは、第4章第11規則の規定に適合する無線方位測定機を備えなければならない」とあり、また(b)項に「主管庁は、この機器の備付を不合理又は不必要と認める区域においては、総トン数5,000トン未満の船舶に対してこの要件を免除することができる。但し、無線方位測定機が航海用具としても、船舶、航空機又は残存艇の位置を発見する手段としても有用である事実を適当に考慮しなければならない。」とあるのに関連するものである。なお、上記規則(a)(b)項は政府間海事協議機関（以下1MCOという。）の第4回臨時総会（1968年11月）において1,600トン以上の船舶にレーダーの設置を強制する安全条約の改正に伴い、第12規則の(b)項として合併されることが決定された。また昨年10月に行なわれた1MCOの第6回総会において、2MCの無線方位測定機の備えつけと強制するための安全条約の改正が決定され、いずれも受諾のため各国間に回章されているが改正条文の効力が発生する時期は不明である。発効の時期が明確になれば何れは国内法令の改正が必要となる。2MCの無線方位測定機に関する条約改正は第12規則(f)項として次のものを加えるものである。「(f)この項が効力を発生した日以後にキールを設置した総トン数1,600トン以上のすべての船舶は、国際航海に従事するときは第4章第11規則(b)項の相当規定に従い、無線電話遭難周波数でホームイングするための無線設備を備えなければならない。」（無線電話遭難周波数は2182KCである。）

*東京都千代田区霞ヶ関1-3-2

1-3-2, Ksumigaseki, chiyoda-ku, Tokyo, Japan.

2. 無線方位測定機の設置場所等について

無線方位測定機は測定上の誤差がなるべく少ない場所に設置することが望ましくまた設置状況による誤差を常に補正する必要があるので次の規定がある。

即ち、無線設備規則第46条第1項に「無線方位測定機の空中線は、できる限り方位の測定誤差が少ない場所に堅固に取りつけておかななければならない。」とあり、第2項に「無線方位測定機の較正曲線は、その設置後すみやかに作成し、常に較正しておかななければならない。」とある。これは安全条約第4章第11規則(e)項に「実行可能な限り、方向探知空中線系統は、方位の有効な決定に対して、空中線、デリック、索及びその他の大きな金属体ときわめて接近することによる妨害をできる限り少ないものとするように設けなければならない。」とあり、また同規則(g)項に「すべての方向探知機は、最初に設置されたときに主管庁が十分と認める程度に較正しなければならない。方向探知機の精度に感知できる程度に影響する空中線又は構造物の位置の変化があつたときは、方位を照合するか又は更に較正を行なうことによりいつでも較正を確かめなければならない。較正の詳細は1年ごとに又はなるべくそれに近い間隔で照合しなければならない。較正及びその精度について行なう照合の記録は、保管しなければならない。」とあるのに関連するものである。

船舶の無線方位測定機の場合は、船舶上の擾乱物体や船体による誤差があり、一般に船首尾線を結んだ方向とこれに直角な方向が0の4分円誤差となるものが多いが、この補正のために較正曲線を作成し保管することと常に較正することを義務づけているものである。

較正曲線の作成は一般に船を静止させてそのまわりを小型発振器を積んだ発振艇を一周させ、コンパスで方向を見出しながら行なうが、使用する小型発振器は次に記す電波監理委員会告示第486号(昭和26年5月2日)に該当する場合は、発射する電波が著しく微弱な無線局として電波法による免許を必要としないとされている。

電波監理委員会告示第486号

『船舶に設置した無線方位測定機の較正曲線を作成するためにのみ用いる発振器で、左の各号に適合するものは電波法施行規則(昭和25年電波監理委員会規則第14号)第6条第2号の規定に定める小型発振器に属する。(電波法施行規則第6条は発射する電波が著しく微弱な無線局の範囲を定めたものである。)

1. 変調持続電波又は持続電波で較正に必要な周波数帯の発射が可能であるもの。
2. 発振器の空中線は単条式接地空中線とし、線条の長

さは8メートルをこえないもの。

3. 発射電波の周波数が500kc以下の場合には、6V6、2本並列及び3000kc以下の場合には6V6、1本とし陽極電圧はそれぞれ400ボルトをこえないもの。』
- また無線設備規則第46条第3項に「無線方位測定機の操作はその方位の測定値に変動を変えないように、空中線その他電波の伝わり方を乱す物体を通常の状態に置いて行なわなければならない」とあり、較正曲線を作成した時と同じ状態で測定が行なわれるよう操作上の注意を与えている。

次に設置する場所であるが、安全条約では第4章第11規則(d)項に「実行可能な限り、方向探知機は、方位の有効な決定に対して、機械的雑音又はその他の雑音による妨害をできる限り少ないものとするような位置になければならない。」と規定している。これに対応する国内規定は方位測定機に限定されたものはないが、船舶に設置された無線方位測定機は、一般に船舶局の特殊設備となつているので電波法第33条の2第1項で義務船舶局(船舶安全法第4条により無線設備の設置を強制される船舶)の無線設備は受信に際し外部の機械的雑音その他の雑音による妨害を受けることがない場所であることを規定しているのに関連するものである。

次に無線方位測定機が航海船舶以外の場所に装置された場合については、その船が法令により無線方位測定機の設置を強制されているものであるときは、その場所と航海船舶との間に送話管若しくは電話又はこれに代る連絡設備(同時に音声を送り、及び受けることができるものに限る。)を有しなければならないことが、無線設備規則第47条に規定されている。これは安全条約第4章第11規則(f)項に「方向探知機と船橋の間には、実効のある相互式の呼出し及び通話の装置を備えなければならない。」とあるのに関連するものである。

3. 無線方位測定機の性能について

無線方位測定機自体の性能については任意に設置するものには特別の規定はないが、法令により設置を強制されるものに対しては、その性能の基準を設け郵政省が行なう型式検定に合格したものを設置せしめることとしている。

即ち、電波法第37条には「……郵政省令で定める無線方位測定機はその型式について、郵政大臣の行なう検定に合格したものでなければ施設してはならない」とあり、電波法施行規則第15条第1項には「法第37条に規定する無線方位測定機は船舶安全法第条の規定に基づく命令の規定により備えつけなければならない無線方位測定機と」する。とある。ここにいう船舶安全法第2条の規定

に基づく命令とは前述の船舶設備規程であり、法とは電波法である。また性能の基準については無線設備規則第47条第2号無線方位測定機の設置を強制されている船舶に設置するものは無線機器型式検定規則別表第1号及び第2号に規定する条件に適合しなければならないことが定められている。

無線機器型式検定規則第1号には無線方位測定機の欄に「施行規則第12条第7項に規定する電波によつて方位を測定することができ、この向きとこれと180°の角をなす向きとを感度比等により判別する装置をもつものであること。」とある。ここで施行規則第12条第7項に規定する電波とはA₁、A₂及びA₂H 285kcから535kcまでの電波である。これは安全条約第4章第11規則(a)項に「第5章第12規則が要求する方向探知機は、効果的なものでなければならず、且つ、最少限の受信機雑音における信号の受信並びに真方位及び方向を決定できるような方位の測定ができなければならない。」とあり、また(b)項に「方向探知機は、無線通信規則によつて遭難及び方向探知のため並びに海上ラジオビーコン用に割当てられた無線電周波数で信号を受信できなければならない。」とあるのに関連するものである。無線通信規則と国際電気通信条約に付属する無線通信規則であり、無線電気の遭難周波数は500kc、方向探知の周波数は405kc~415kc、海上ラジオビーコンの周波数は285kc~325kcである。

無線機器型式検定規則別表第2号には振動、衝撃、連続動作、温度、湿度についての試験を行ない、その後規定の電源電圧を加え機械的に支障なく動作し、かつ破損、発火、発煙等の異状を呈しないかどうか、また始動後10分後において所定の電氣的条件を満しているかどうかを調べることが規定されている。即ち、振動試験では、全振幅3mm、振動数0から毎分500回までの振動及び全振幅1mm、振動数毎分500回から1,800回までの振動を上下、左右及び前後にそれぞれ30分間(10分間の周期で振動数を、低、高、低の順序で変えるものとする。)加える。衝撃試験としては5cm高さから3回堅木の床の上に落下させる。温度試験は(-)10°Cから(+)50°Cまでの間の任意の温度の場所にそれぞれ1時間放置し、その任意の温度ごとに規定の電源電圧を加えて動作させる。湿度試験は(+)35°Cにおける相対湿度95%の湿度に4時間放置した後、常温常湿に復帰させる。連続動作試験は通常の使用状態で8時間動作させる。次に、所定の電氣的条件とは次のものである。

- (1) 外部の雑音のない状態において、地上波電界強度 $50\mu V/m$ の電波の方位を測定したときの方位測定幅が 6° 以内であること。
- (2) 混信又は電波の乱れの少ない場所において、地上波

電界強度 $1mV/m$ 以上の電波の方位を測定したときの方位測定誤差が $\pm 10dB$ 以内であること。

- (3) 外部雑音のない状態において、電界強度 $50\mu V/m$ 以上の電波を受信したとき、最大感度の方位において信号対雑音比が $10dB$ 以上であること。
 - (4) 受信しようとする周波数における感度より $6dB$ 減衰する2つの周波数の幅が $2kc$ 以上であり、かつ、 $66dB$ 減衰する2つの周波数の幅が $13kc$ 以内であること。
 - (5) スプリアス・レスポンスが $40dB$ 以上であること。
- これらは安全条約の第4章第11規則(a)項(前出)及び(c)項「妨害がない場合には、方向探知機は50マイクロボルト毎メートル程度の低い電界強度の信号で正確な方位をとりうるのに十分な感度を有しなければならない。」とあるのに関連するものである。

4. 無線方位測定機の運用について

方位測定のための通信については電波法施行規則第37条第5号無線局運用規則第55条、第86条、第87条、第111条~第119条等に定められているが、遭難船舶に関する規定である運用規則第86条及び第87条について述べる。

即ち、運用規則第86条に「遭難船舶局は、無線方位測定装置を有する無線局に対し自局の位置を測定させるため、遭難通報に引き続いて各約10秒間の2線及び自局の呼出符号を送信することができる。この線及び呼出符号の送信は必要があると認めるときは、間隔を置いて反覆するものとする。」とあり、また同規則第87条には「無線方位探知局又は無線方位測定装置を有する船舶局は、前条の送信を認めたときは、直ちに方位を測定し、その結果を船舶の責任者(船舶局に限る。)及び救助について最も便利な位置にある他の無線局に通知(船舶局であるときは、自局の位置を付する。)しなければならない。」とあり遭難船舶局が方位を測定させるための通信の方法と、遭難通信を認めた方位測定装置を有する船舶局等のとるべき措置を規定している。

おわりに

以上各条文を並べたに過ぎない形となつたが、読んでいただければ内容は了解していただけたと思われたので、細々した説明は省略したが参考にさせていただければ幸である。なお電波法施行規則、無線局運用規則、無線設備規則、無線機器型式検定規則は何れも電波法(昭和25年5月2日、法律第131号)に基づく命令であることを念のため申し添える。

航空機用方向探知機の現状

*日本航空技術部電装技術課

猪子尚夫

Air Born Direction Finder at Present

*Japan Air Line Co.

Hisao INOKO

まえがき

航空機の無線航法機器として最初に採用されたものが方向探知機であり、これはその後、自動方向探知機 (Automatic Directional Finder; 以下ADFと略す) となり、航空機及び電子技術の発達と共にその電気的機械的性能及び運用面での進歩をつづけてきた。

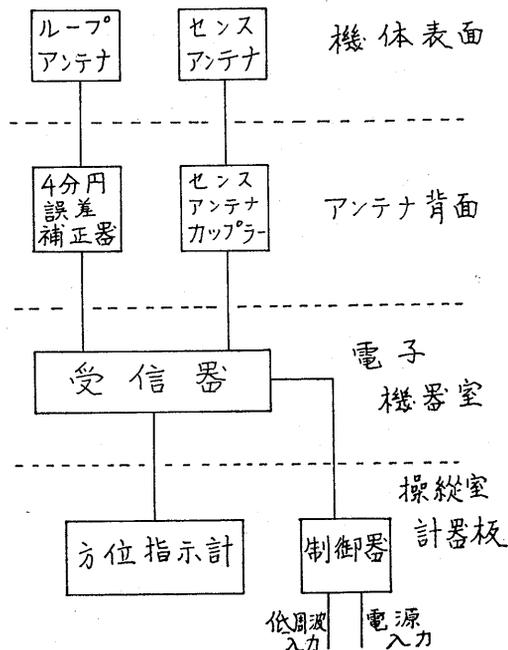
本稿では航空機、特に民間航空機用ADFの現況と将来の方向について述べて見よう。

ADFのシステムの構成については製造メーカー間で特に差異はなく極く一般的なブロックダイアグラムは第1図の通りであつて歴史的にも又船舶用のそれと比較しても殆ど変るところはない。

ARINC規格

航空用電子機器の技術的背景や歴史を知るために忘れてはならない資料の一つとしてARINC (AERONAUTICAL RADIO INC. CHARACTERISTICS) 規格がある。ARINCとは米国の各定期航空会社が主な株主になっており、その活動範囲は米国内外の航空用地上無線局の運用、航空用電子機器の技術情報の交換等を行なっているがもう一つの重要なものとして将来の航空電子機器のデザインの標準を設定する機能を有している。

この標準はARINCのスポンサーであるALCAC (THE AIRLINES COMMUNICATIONS ADMINISTRATIVE; 主要航空会社のCOMMUNICATION OFFICIALSで構成されている) が設立したAEEC (AIR



第3図

LINES ELECTRONIC ENGINEERING COMMITTEE) で作成される。即ち、

このAEECのメンバーは航空会社の技術者達で構成されており、或る一つの電子機器の規格を具体化するには、これらの技術者達他の航空会社、機器メーカー及び航空機製造会社の技術者達と委員会を持ち、相互に検討

* 東京都大田区羽田空港
Haneda Airport, Ohta-ku, Tokyo, Japan

注 図表はすべて「コリンズ社」の提供による。

51Y-4 ADF Receiver Specification

CHARACTERISTIC	SPECIFICATION
ARINC compliance	Characteristic 550
Weight	9.20 .5 lb
Dimensions	
Depth	14-5/8 in.
Width	2-1/4 in.
Height	7-5/8 in.
Frequency range	190 KHz to 1750 KHz covered in three bands
Frequency accuracy	Band 1 190-400 KHz 1.5 KHz Band 2 400-840 KHz 2.5 KHz Band 3 840-1750 KHz 5.0 KHz
Bearing accuracy	2 degrees.
Aural Sensitivity (Field strength required to produce a signal-plus-noise-to-noise ratio of at least 6 db with a minimum audio output of 20 mw with 30% modulation on.)	
ADF 200 KHz	55 μ V/m
1700 KHz	20 μ V/m
Antenna 200 KHz	30 μ V/m
1700 KHz	15 μ V/m
Loop 200 KHz	100 μ V/m
1700 KHz	30 μ V/m
Maximum time to obtain bearing	7 sec.
Intermediate frequency	142.5 KHz.
Power consumption (system)	
27.5 volts dc	19 watts
26 volts ac	0.53 amp, 0.38 power factor.
Total bandwidth	Bandwidth at 6 db is 2.5 to 3.5 KHz (at frequency of 190 to 1750 KHz) Bandwidth at 60 db is 9.0 to 11.0 KHz (at frequency of 190 to 1750 KHz).

第 3 図

に分けて、この切換は制御器において手動で行なう。

4) 受信方式は高周波1段 5 FI段のシングルスーパーであり、4段目の IF から信号をピックアップし整流して制御器の同調メーターに加え正確な同調をとる。

5) 100 KHzの内蔵水晶発振器を持ち、制御器のテストスイッチでループ及びセンスアンテナに疑似信号を加え、システムのセルフテストを行なうことができる。このセルフテスト方式は ADF のみならず最近の航空機用電子機器に多く採用されて、パイロットや地上整備員にとってシステムの良否を判定する重要なよりどころとなっている。

6) 同調は制御器同調ノブにシンクロトランスミッタ

ーが接続され、この回転角が受信機内のシンクロコントロールトランスへ伝達されサーボアンプを介して同調サーボモーターを回転させ、これに機械的に接続された各段の可変同調コンデンサー及び可変同調トランスを動かす。このエラー信号はコントロールトランスへ機械的にフィードバックされて所望の位置で停止するように設計されている。

7) シンクロナスフィルターは不要な変調信号を除去し、110 Hz の信号のみをループサーボへ与えて自動方向探知機能の安定度とレスポンスを改善している。

制御器 (タイプ614L-8)

受信機の項でも触れたが主な機能として次のものがあ

る。

- 1) 同調ノブ。
- 2) 同調メーター
- 3) 周波数バンド数切換スイッチ及びモードスイッチ (ADF, LOOP, ANT の各モードの切換), これを操作すると受信機内のバンド/モードスイッチモーターが作動し, これに機械的に接続された受信機のバンド/モードスイッチが所定の位置を選択する。
- 4) ループスイッチ (モードが LOOP の場合に手動でループアンテナを操作することができる)。
- 5) セルフテストスイッチ
- 6) ゲインコントロール (IF ゲインを調整する)。

固定ループアンテナ (タイプ137A)

従来のループアンテナの可動部分を, 機首方向及びその永平面内で直角の方向に置かれた2対のフェライトコアを持つコイルに置換したもので, 電波の到来方向に応じてこれら2個のコイルに誘起する電圧が変化することを利用している。

このようにループアンテナが回転しないため, 受信機の入力回路にゴニオメーターを設けて, これに切換えカーデオイドのヌルを求める機能を持たせている。

新しい ADF

前述の DF-203 システムより明らかなようにアンテナ部分はすでに進歩の極限に達したと考えてもよいと思う。今後は受信機に対する新技術の導入で例えば集積回路の採用による小型軽量化が進むこととなる。

又, さらに重なる課題は運用面の性能向上である。

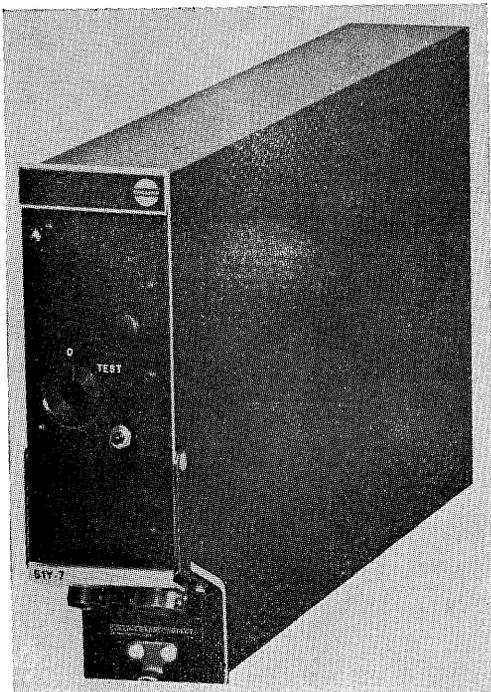
即ち超音速旅客機の出現による航空機の超高速化, 進歩する複雑多岐な航空電子機器システムは ADF のみならずすべての装置上, 操作の簡略化, 自動化を要求してくる。この要求は現在のジェット旅客機においても既に切実なものとなっている。

この要求に答えてすでに新しい ADF が誕生している。前記コリンズ社の DF-206 システム, 及び米国キング社の K DF-3000 等がこれである。

この新システムは新 ARINC 規格 No. 570 に適合している。今この規格の詳細は入手していないが, 新システムに現われた操作面での自動化がその特長と考えられる。

これら新しい ADF の特長はほぼ同様であるのでコリンズ社の資料からこのシステムの概要をまとめてみよう。

新 ADF DF-206 システム



先ず運用面の進歩が目立つ、即ち制御器の同調ノブで190~1750 KHzの間の希望周波数を選択すると従来手動で行なっていたバンド切替と、微同調が自動となり0.5 KHzの分解能でもつとも信号の強い周波数に同調を行なうようになった。

従って制御器の同調メータは不用となり、パイロットの操作を著しく簡単にした。又、プリセレクト式制御器も別に製作されている。これは切替スイッチの操作であらかじめセレクトした周波数に速やかに同調でき、1台のADFを2台分として使用できるようになっている(第4図右下)。

自動バンド切替及び自動微同調を可能ならしめたものは「SINGLE XTAL FREQUENCY SYNTHESIZER」まソリッドステイトスイッチの採用によるものであり、これは同時に可動部分を著しく減少させ、信頼性及び安定度を向上させている。

他の特長として2重スーパーヘテロダイナ方式を採用したため、雑音や隣接チャンネルの影響を非常に軽減している。

又この新しい受信機はARINC規格No. 550の受信機と全く互換性があり、アンテナ関係を全く変更せずに現用システムとして使用できることも大きな利点であるため近い将来、各航空会社で急速に採用される可能性を持っている。

ADFの将来

ARINC規格No. 570のADFシステムの出現は殆ど

51Y-7 RECEIVER SPECIFICATION

GENERAL	FREQUENCY CONTROL:	AURAL FREQUENCY RESPONSE:
TEMPERATURE:	BCD per ARINC Characteristic 570.	± 4.5 db, 350-1400 Hz; decreases below 350 Hz and above 1400 Hz.
-54° to +55° C continuous operation;	ELECTRICAL CHARACTERISTICS	NAVIGATION OUTPUT:
+71° C short-time operation (30 minutes).	FREQUENCY RANGE:	Synchro transmitter output to two ID-250 indicators or equivalent pointers 11.8 v, 400 Hz line-to-line.
ALTITUDE:	190 kHz to 1750 kHz.	MONITOR OUTPUTS:
Sea level to +55,000 feet.	CHANNEL INCREMENTS:	Horizontal RMI pointer for failure "Blg" in ADF mode.
VIBRATION:	1/2 kHz.	SYNTHESIZER FREQUENCY STABILITY:
Shockmount — 0.8 in. da, 5-10 Hz; 0.42 g, 10-15 Hz; 0.036 in. da, 15-65 Hz; 8 g, 65-500 Hz.	OPERATING MODES:	0.00%.
Rigid mount — 0.02 in. da with 3 g maximum, 5-55 Hz; 1.5 g, 55-500 Hz.	ANT. — aural receiver, CW/MCW.	AGC:
SHOCK:	ADF — navigation receiver, CW/MCW.	Not more than 3 db rise for signal strengths of 50-500,000 uv/m.
Shockmount — 15 g operational, 30 g impact. Rigid mount — 6 g operational, 15 g impact. (Note: Shock duration — 10 milliseconds.)	SENSITIVITY:	BEARING SPEED:
POWER REQUIREMENT:	ANT. — 25 uv/m for 6 db (1+u/n).	25° per second for 20 uv/m or greater input.
27.5 v dc, 1.2 amps; 26 v, 400 Hz, 0.6 amps, 0.29 power factor; 27.5 v dc; only option available with 390D-11A shockmount.	ADF — 35 uv/m for 6 db (1+u/n).	BEARING ACCURACY:
	ADF threshold fg $\pm 2^\circ$ error, 20 uv/m.	2° maximum error for 20 uv/m or greater input, excluding quadrantal error.
	SELECTIVITY:	Specification subject to change without notice.
	2.5 kHz at 6 db; 6.5 kHz at 60 db.	
	SPURIOUS RESPONSE:	
	80 db.	
	AURAL OUTPUT:	
	Level — 100 mw into 600-ohm load.	

第 5 図

可能な限りの自動化を達成したように考えられる。

今後の発達の方角としては運用面ではキーイングによるデータインサート(周波数の選択)方式の採用、機器内部では集積回路化等が考えられる。

一方 ADF の航空機用航法装置としての地位は、今なお ADF 用地上局は他の航法用地上局と比較し最も数多くあり有力な航法装置である。

しかしその構成上から独立のシステムとしてのみ存在せざるを得ず、最近発達の目覚ましい VOR/DME システム (VHF RADIO OMNI RANGE/DISTANCE MEASUREMENT EQUIPMENT) がより高精度の方位決定及び測距の性能を持つことに一步をゆずらざるを得ない又、INS (INERTIAL NAVIGATION SYSTEM; 慣性航法装置) の発達で、将来はこれらのシステムにその地位をゆずってゆくものと考えられる。

方向探知機輸出台数と装備船数の動向

*海上保安庁燈台部電波標識課

Trends of the Number of Export Direction Finders and Ships Equipped Direction Finder

*Maritime Safety Agency
Radio Navigation Aids Division

1. はし が き

船舶に装備される主要な電波航行用機器としては、方向探知機の他に、ロラン受信機とレーダがある。今回、方向探知機についての調査を行なうにあたり、あわせてレーダとロラン受信機について集計を行なった。

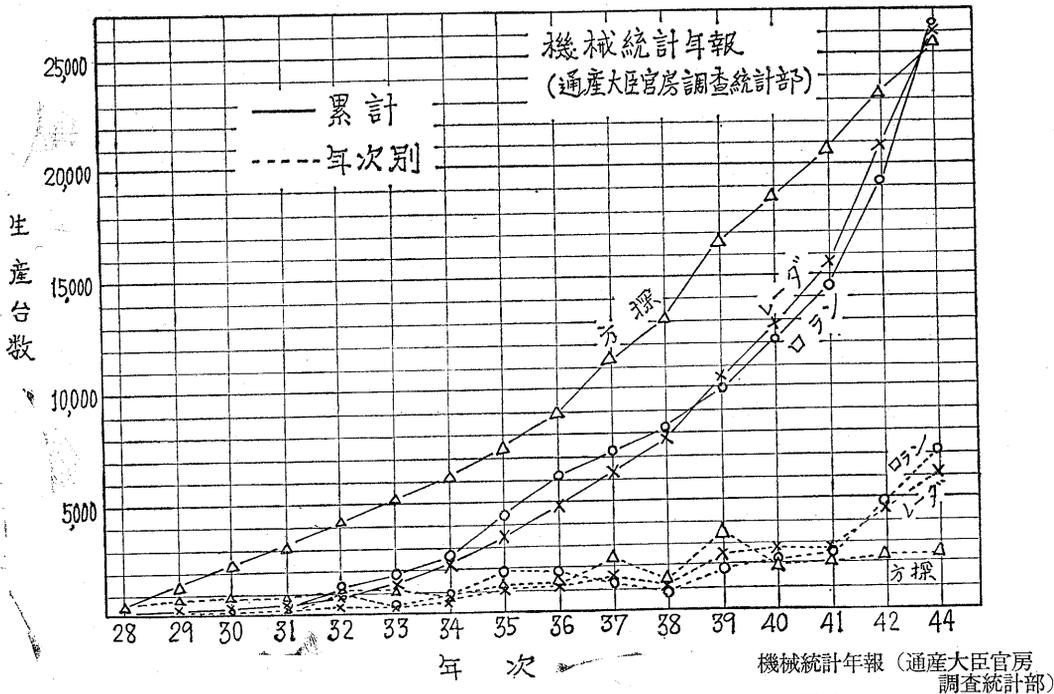
調査した資料は、輸出台数については、「大蔵省・通関統計」、装備船数の動向のうち、漁船に関しては、「第4次漁業センサス・調査結果概報」（農林省統計調査部）、商船については、「日本船舶明細書（昭和42年版）」をそ

れぞれ使用し、さらに各機器の生産推移は、「機械統計年報（通商産業大臣官房調査統計部）」を使用した。

資料のとりまとめに当って、年次によつては、年間の輸出台数が生産台数を上回る矛盾が生じたが、輸出台数に集計されている台数は、必ずしも完成品としての台数ではなく、部品も1台として集計されているためではないかと考えられる。

2. 生産台数と輸出台数の推移

第1図に方向探知機・ロラン受信機およびレーダの年



第1図 方向探知機・ロラン受信機・レーダの生産推移 (年次別および累計)

*東京都千代田区霞ヶ関 1-2-1
1-2-1, Kasumigaseki, Chiyoda-ku Tokyo, Japan

次別生産台数の推移を示している。方向探知機については、昭和28年以降、常に生産台数がトップを占めており、レーダ、ロラン受信機との間の差は、方向探知機を装備する船舶の層が、レーダやロラン受信機を装備する船舶の層よりも、さらに一段と広いことを意味していると考えられる。ロラン受信機、レーダについては昭和35年頃から生産が急上昇しているが、この頃が、新しい電波法時代の幕開きと考えられる。

第1表は、方向探知機その他の生産台数を示すものである。

第1表 方向探知機ロラン受信機レーダの生産推移（船舶用）

機械統計年報
年次は1月12月

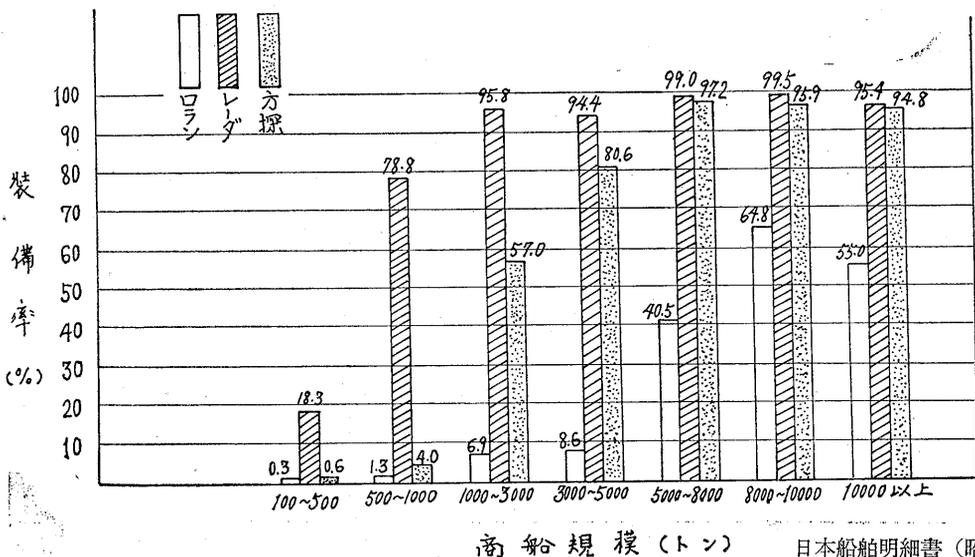
	方向探知機		ロラン受信機		レーダ	
	年次	累計	年次	累計	年次	累計
昭和						
28	512		23		59	
29	884	1396	8	31	99	158
30	930	2326	110	141	122	280
31	805	3131	140	281	241	521
32	1019	4150	994	1275	381	902
33	1023	5173	441	1716	402	1304
34	930	6103	870	2586	890	2194
35	1370	7473	1745	4331	1153	3347
36	1502	8975	1687	6018	1402	4749
37	2513	11488	1311	7329	1525	6274
38	1532	13020	854	8183	1421	7695
39	3597	16617	1714	9897	2463	10158
40	2057	18674	2216	12113	2715	12873
41	2075	20749	2485	14598	2713	15586
42	2474	23223	4696	19294	4612	20198
43	2594	25817	7097	26391	6035	26233

第2表に、最近5カ年間における方向探知機の輸入状況（船舶用のみ）を示している。これによると輸出台数も、生産台数の伸びに応じて、増加していることがわかる。

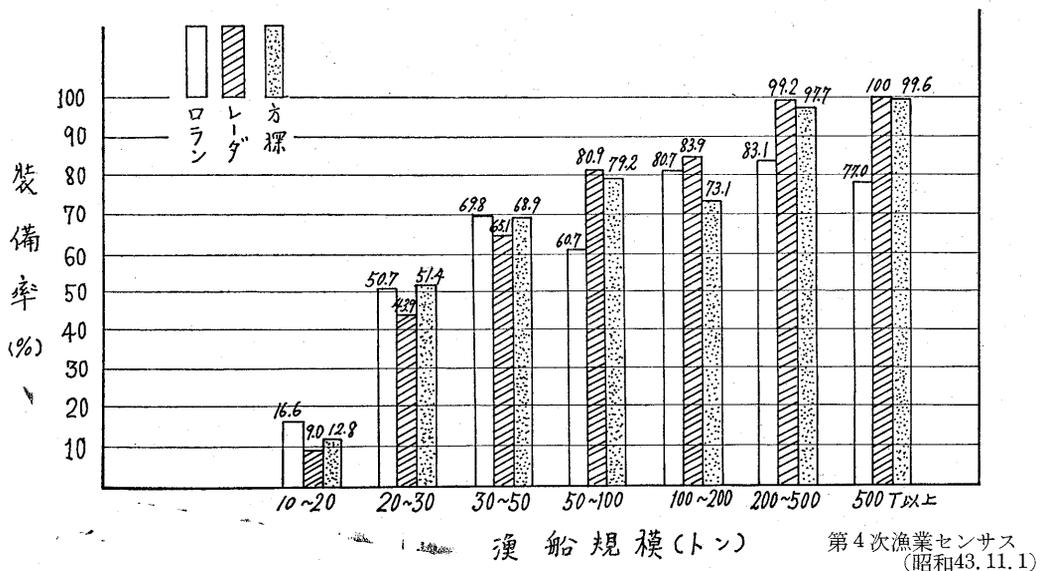
3. 装備の状況

第2表 方向探知機輸入状況（航空機用を除く）
通関統計（大蔵省）による

年月	輸出台数	輸入台数	年月	輸出台数	輸入台数
40 1	376	2	42 8	154	5
2	98	2	9	159	7
3	49	3	10	—	6
4	61	2	11	265	—
5	379	3	12	89	3
6	78	1	計	2,213	90
7	107	16			
8	102	6	43 1	382	5
9	118	1	2	398	3
10	66	3	3	224	17
11	64	4	4	476	14
12	369	7	5	84	6
計	1,867	50	6	63	22
			7	83	7
41 1	35	2	8	138	3
2	241	0	9	252	10
3	484	7	10	72	3
4	335	7	11	260	5
5	284	3	12	496	7
6	90	6	計	2,928	102
7	222	9			
8	60	3	44 1	494	3
9	98	5	2	491	2
10	152	9	3	76	7
11	47	10	4	469	4
12	728	4	5	778	10
計	2,776	65	6	534	7
			7	712	8
40 1	55	9	8	80	7
2	236	8	9	397	6
3	759	8	10	329	5
4	155	7	11	99	3
5	113	11	12	297	7
6	176	17	計	4,756	69
7	52	9			



第2図 方向探知機・ロラン受信機レーダの商船規模別装備状況（100トン以上鋼船）



第3図 方向探知機・ロラン受信機レーダの漁船規模別装備状況 (10トン以上)

第2図の商船の規模別装備状況, 第3図に漁船の規模別装備状況を示している。

商船においてはレーダの装備が方向探知機, ロラン受信機を抜いてトップにあるが, 特に1,000トン未満の商船についてこの傾向が著しい。3,000トン以上については, 方向探知機とレーダの装備率はほぼ同じである。ロラン受信機の装備率が前二者に比して低いのは, ロラン方式が地球表面の15%をカバーするのみであり, しかも利用可能範囲が北半球に限られていること。商船の場合には, 他の航海手段によつて船位を求めることが, 比較的容易であり, ロランに頼らなくて済むことがその理由

と思われる。

しかしながら, 第3図に示される漁船の規模別装備率では, その様相が一変する。すなわち, 50トン未満においては, ロラン受信機の普及が著しく, 方向探知機, レーダを押えているが, 50トンを越えるにしたがつて, レーダ, 方向探知機の装備率が高くなっている。全体的に見ると, 商船の場合には, レーダの装備率が高く, 漁船の場合には, 方向探知機, レーダおよびロラン受信機の装備率がほぼ等しいことが分る。

第3表および第4表は, これら電波航法機器の装備率を商船および漁船の規模別に分類したものである。

第3表 商船規模別各種電波航法機器装備状況 (100トン以上の鋼船)

区分 漁船規模	隻数	方 探		ロ ラ ン		レ ー ダ	
		装備隻数	装備率	装備隻数	装備率	装備隻数	装備率
100~ 500	3,098	21	0.6	10	0.0	567	18.2
500~1,000	573	23	4.0	8	1.3	452	78.8
1,000~3,000	531	303	57.0	37	6.9	509	95.8
3,000~5,000	253	204	80.6	22	8.6	239	94.4
5,000~8,000	222	216	97.2	90	40.5	220	99.0
8,000~10,000	222	213	95.9	144	64.8	221	99.5
10,000 以上	309	293	94.8	170	55.0	295	95.4
総 計	5,208	1,273	24.4	481	9.2	2,503	48.0

日本船舶明細書 (昭和42年版による)

(11頁へつづく)

ド プ ラ 方 向 探 知 機

*防衛庁技術研究本部 中 島 昭 良

Doppler Direction Finder

*Technical R&D Institute, Japan Defense Agency

Akira NAKAJIMA

1. ま え が き

地上用方向探知機の具備すべき条件は種々あるが、本質的には高感度であること、測定精度が高いことである。最近では感度は著るしく向上し、機器誤差も減少しているが、従来の機器では方探設置場所付近に存在する樹木、電線、建造物等の電波じょう乱体によつて到来電波が影響を受けやすく、大きな場所誤差を示すことが知られている。特に我国のように山地が多く平野の少ない国土では理想的な地域はほとんどない状態で、じょう乱体の影響の少ない方式の開発が要求されていた。

方探設置場所付近にじょう乱体があると電波の等位面が乱れ、アドコック方式では空中線群直径が波長の数分の一であるため、乱れた波面の一部で測定することになり、大きな誤差の原因となってしまう。筆者らは多素子アドコック空中線として直径を大にする研究も実施したが、8素子の Rooke 方式で 0.72 波長が限度であつた。しかしこの程度でも 4 素子アドコック空中線に比して、じょう乱体の影響が減少することを確認した。したがつて空中線群直径を大きくすることによつて、広範囲の電界分布より総合的に方向探知を行なうことが必要である。このためにはアドコック方式とは異なつた新しい原理に基づく方探が要求され、ドブラ方式や Wullenweder 方式の方向探知機が欧米で開発された。ドブラ方式は理論的にはアレイ直径はいくらでも大きく設計できるが、実際には中程度のアレイ直径(1~5)波長で性能的

に十分で、それ以上の直径にする場合には Wullenweder 方式を使用する方が利得が大きく、混信分離の可能性からも望ましい。

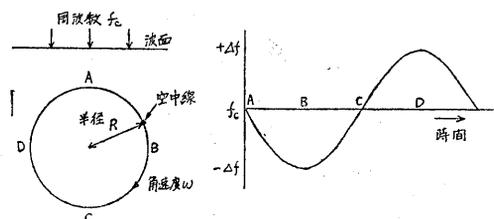
筆者らはこれら二つの方式について研究してきたが、今回はドブラ方向探知機について概要を紹介する。

2. 基 本 原 理

第1図のように半径 R (m) の円周上を角速度 ω (rad/sec) で空中線を回転させると、受信周波数 f_c (H_z) はドブラ効果によつて周波数変調される。電波の速度を C (m/sec) とすると、最大周波数偏移 Δf (H_z) は次のようになる。

$$\Delta f = \frac{R\omega}{C} f_c$$

そこで瞬時周波数は $(f_c + \Delta f)$ から $(f_c - \Delta f)$ まで変化する。すなわち連続的かつ均一な回転をする単一受信空中線は、空中線の回転周波数で正弦波状の周波数変調された受信信号を生じる。



第1図 単一回転空中線によるドブラ効果

*所在地：東京都目黒区中目黒2-2-1

Address: 2-2-1 Nakameguro, Meguro-ku, Tokyo

第1図のA点では周波数変化は零であるが、変化率は最大でかつ負である。B点での周波数変化は最大でかつ負であるが、変化率は零である。C点では周波数変化は零であるが、変化率は最大でかつ正である。D点での周波数変化は最大でかつ正であり、変化率は零である。

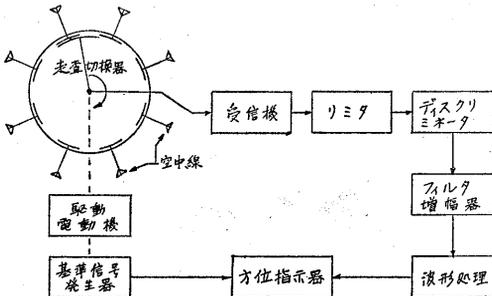
ドプラ方向探知機は、このような空中線回転運動により作られた周波数変調受信信号を復調し、かつ空中線の回転により発生される基準信号位相とこの正弦波状信号の位相を比較することにより、相対的位相角を求めることができ、これが受信信号の方位角に等しくなるという原理に基づいたものである。

基本原理は以上のとおりであるが、実際には単一空中線を大きな半径の円周上を高速度に回転することは不可能と考えられる。そこで単一空中線を回転する代りに、円周上に等間隔に多数の空中線を配置し、切換器でこれらの空中線を順次走査することによって近似した疑似ドプラ方式として実現している。

3. 装置の概要

ドプラ方向探知機は、方式の違いにより二つに大別することができる。第一のものは狭義のドプラ方式であり、第二のものは通常 CADF (Commutated Antenna Direction Finder) と言われている方式である。

まず第一の方式について説明する。技術で試作した HF 方向探知機はこの分類に属する。第2図はこの方式の基本的な系統図であり、円周上に等間隔に配置した固定空中線からの信号は、走査切換器において次々と結合され、隣接空中線の位相変化の大きさに比例した周波数変調信号となり、受信機に加えられる。その中間周波信号は、振幅変調成分を取り除くためリミタ段に加えられる、さらにディスクリミネータに加えられる。ディスクリミネータからの出力信号は、走査切換器の回転速度に相当する基本周波数成分を含んでおり、フィルタ増幅器によって基本波のみ取り出す。これが方位信号であつて、波形処理をしたのち方位指示器に加える。方位指示器には走査切換器の駆動電動機に直結した基準信号発生器

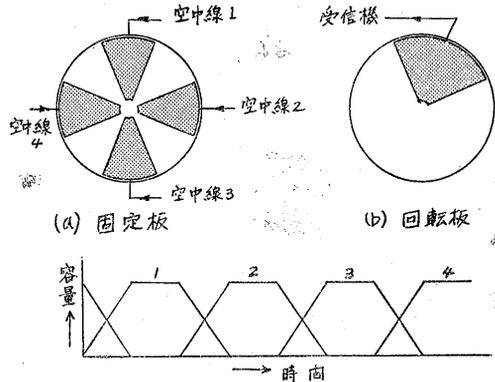


第2図 基本的ドプラ方探系統図 (I)

器からの出力を加え、方位の指示をさせる。

疑似ドプラ方式では、隣接空中線間隔は最高動作周波数で0.5波長以下に選ぶことが必要であり、アレイ直径をどの程度にするかによって使用する空中線本数は定まってくる。

走査切換器としては、一般に構造の簡易さと保守の容易さのゆえに、機械的容量結合型のものが使用される。走査切換器の原理図を図3に示す、図3の(a)、(b)の各固定板回転板は同一軸上にあり、回転板は固定板と僅少な間隔をおいて、回転する。これらの円板は絶縁板で、斜線部分に導体片が張りつけてある。各導体片は円板の中心より放射状に配置してあり、両円板の導体片は容量的に結合するようになっている。固定板の各導体片と隣接のスペースの幅は等しく、回転板の導体片の幅はこの和に等しい。したがって固定板上に回転板を回転した場合



(c) 回転板導体片と固定板導体片の容量変化状
第3図 空中線走査切換器原理図

の容量変化状態は、図3(c)のごとくなる。固定板上の各導体片にはそれぞれ空中線が接続され、回転板上の導体片は再び別の固定板に容量的に結合され、高周波ケーブルによって受信機に接続されている。なお走査切換器は原理図で示した円板状の構造の外に、円筒状の構造のものが実際には多く使用されている。さて図3(c)において、空中線1の信号が最大より零になるにしたがい、空中線の信号が零より最大になり、これは直線的に容量が変化しながら二つの信号の合成がおこなわれ、この合成位相の変化率が周波数偏移として生じてくる。そして走査切換器によって空中線を次々と走査することにより、スパイク状の周波数偏移パターンを生じ、その波形の基本波成分の位相が電波の到来方向により変化する。走査方法としては、次々と走査する外は、6ステップ前進し5ステップ後進するような走査など種々の方法のものがあ

る。最大周波数偏移は、受信周波数及び走査速度に比例し

て増加するが、偏移が大ききときはFM雑音が少なくなるけれど、信号の主成分が受信機の帯域幅に収まるように設計しなければならない。周波数帯の高い所では大きな最大周波数偏移を生じるため、IF帯域幅の中心からずれると信号にひずみを生じるため、正確な周波数の同調が必要である。

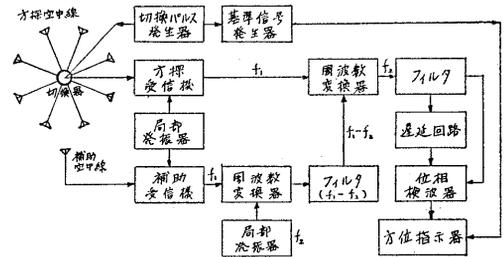
方位指示器としては、プロペラ図形指示でも単向直線指示にすることも可能である。しかしアドコック方式では、空中線の指向特性上消音点が2個所で生じ、センスの決定が必要であるためプロペラ図形指示が適しているが、ドブラ方式では正弦波状の方位信号が得られるので、単向直線指示が容易に可能である。試作した方探では後者を採用した。

ディスクリミネータ出力のスパイク波形は、フィルタを通して基本波を取り出しているが、電信信号を受信する場合フィルタはドットやダッシュの短い時間にも正しい位相を伝達しなければならないので広い帯域を要求されると共に、一方走査周波数の高調波が方位誤差を生ぜしめない程度で減衰する必要がある。そこで米軍のHF方向探知機AN/TRD-8では、短持続通信・高速度符号通信・FS電信を連続的に安定に方位指示させるために、方位記憶方式を採用している。これは走査切換器に直結した磁気ドラムと記録再生ヘッドによつて、IF段階で信号処理をするもので、電信符号の受信時には信号が入らないギャップをすでに記録された信号によつて補充し、連続的に方位信号が得られるようにしたものである。

試作したHF方向探知機は、ドブラ方式の基本的な性能を試験するためのもので、空中線本数は比較的少ない8本とし、空中線群直径は20m、各空中線高は7mで、4MHzから18MHzにわたつて実験を行なつた。その結果誤差については、各周波数の誤差傾向並びに値が非常に近似しており、これは場所誤差がほとんどないことを示している。この誤差は空中線、走査切換器、及び方位指示器の不均衡を少なくし、かつ空中線本数を増加することによつて更に改善できる。感度については、測定可能最小電界強度が $1\sim 3\mu V/m$ であつたが、これは走査切換器の構造の改良及び空中線結合器のインピーダンス整合を改善することにより、 $1\mu V/m$ 以下にすることは可能である。人工じよう乱体を使用して、空中線群直径6mの4素子アドコック方式と比較試験をした結果この程度のドブラ方式でも近接じよう乱誤差が減少可能なことが確認できた。

次に第二の方式について説明する。技本が試作した車載用VHF方向探知機、及び空幕で調達した固定用VHF方向探知機はこの分類に属する。この方式は、円

周上に等間隔に配置した空中線からの信号をスイッチで次々とサンプリングし、位相が不連続的に変化するような等強度パルスの連続系列を作る。そしてこのパルス系列及びパルス幅だけ遅延させたパルス系列を合成する。すなわち相隣る空中線の位相差に等しい位相変調波を作り、この検波出力の包絡線が信号到来方向のみによつて定まることを基本原理とした方向探知機である。図4はこの方式の基本的な系統図であり、共通の局部発振器に



第4図 基本的ドブラ方探系統図(II)

よる2台の受信系統を使用している。1台の受信機は方探用空中線に、他の1台の受信機には補助空中線が接続してある。もつともこの方式は原理的には1台の受信機でも実現できるが、2系統の受信機を使用すると次のような利点がある。すなわち復調の前段階で水晶発振器の安定度を持った周波数に方位情報を変換できること、補助受信機はスイッチングトーンを含まない良質のモニターが可能なこと、入力信号がFM又はPMされている時でも両受信機の出力を結合した後の周波数には、方位情報のPM成分以外は現われてこない点である。

以下車載用VHF方向探知機について説明する。これは車両にとり載し20~150MHzのAM、FM及びCW電波が測定可能な方探である。空中線部は、空中線切換器を中心に放射状に配置した18本のアームの先端にそれぞれ装着した18本の垂直ダイポール、空中線切換器の上部に取り付けた補助空中線及びこれらを支持する電動式昇降の支柱よりなつている。空中線群直径は4mで、 $\frac{3}{4}$

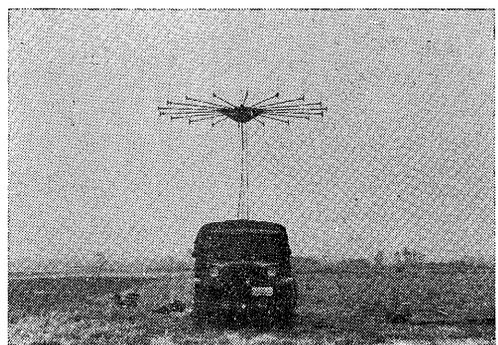


写真1 空中線実装状態

ントラック上に実装した写真1を写真に示す。

空中線切換器は直並列のダイオードスイッチ回路を使用し、パルス回路部より切換パルスを順次加えて、空中線からの信号を次々と受信機に加える。切換パルスは、パルス幅1 msec、パルス繰返し周波数1,000Hz、走査周波数は約55.5Hzである。受信機は20~80 MHz及び80~150MHzの2台で、それぞれ方採用、補助用の2系統になっている。方位測定部は、受信機より供給される2系統の2MHz I F信号の混合、遅延位相圧縮を行ない、方位情報を50kHzのパルス幅変調に変換し方位指示部に供給する。なお遅延位相圧縮は、受信信号のパルス列の相隣る位相変化が大き過ぎると、位相復調器の応動特性の直線性がくずれ、高調波ひずみにもとづく誤差を発生するので、これを防ぐために行なう。これは受信信号と、切換器のパルス幅に相当する1msecだけ遅延させた信号とを合成し、お互の位相差に等しい位相変調波に変換しているが、この遅延回路の80 KHz同調回路の遅延特性を利用したものである。すなわち搬送波と側帯波に対する位相伝送特性の相違にもとづいて変調包絡線が遅延させている方。位指示部は、方位測定部からの50kHz PWMパルスとパルス回路からの基準信号とにより直流の方位信号を作るレゾルバを用い、ブラウン管上に単向直線で指示させている。

試験結果については、感度は測定可能最小電界強度が $10\mu V/m$ 以下で、精度は車載状態で 2° 以内の誤差であり、このドプラ方式に先だつて試作した車載用アドコック方式に比較して、感度・精度とも格段の性能向上が見られた。

4. む す び

筆者らがドプラ方向探知機の調査研究を始めたのは昭和33年で、昭和35・36年に試作をし、昭和36・37年に試験を実施した。

航空基地用のVHF及びUHF方向探知機は、ドプラ方式を使用することが望ましいが、現状はVHF帯はアドコック方式のAN/CRD-4型を、UHF帯は回転反射器付アンテナ方式のAN/CRD-6型を使用している。またHF方向探知機についても、固定用・半固定用とも8

素子のRocke方式を主に使用している。ドプラ方式の現用器材としては、陸上自衛隊の車載用VHF方向探知機及び航空自衛隊の固定用VHF方向探知機のみである。(いずれも日本電気KK製)

ドプラ方式はアドコック方式に比較して、一般に感度も高く測定精度もすぐれている。しかし場所、誤差に強い反面、FMの特長であるCapture effectによつて強い信号で弱い信号がほとんど完全に抑圧されてしまう欠点がある。このため naticapture 回路が考案されているが capture effect は場所誤差をへらす作用を持っているので、この回路の有用性には疑問がある。またHF帯では電信対策構造が複雑になること、及び混信による影響を受け方位の分離ができない等の問題点もある。

しかし今後は使用目的にもよるが、ドプラ方式やWullenweber方式の方向探知機に逐次更新されてゆくと思われる。

参 考 文 献

- (1) 三松昭典, 中島昭良, “ドプラ式方向探知機の調査” 防衛庁技本 調47号 昭和34年10月
- (2) 三輪忍, 大塩和男, 中島昭良, 花井良夫, “ドプラ式方向探知機” 防衛庁技本 技報第20号 昭和37年11月
- (3) 三輪忍, 中島昭良, 花井良夫, 三松昭典, “ドプラ式無線方向探知機” 電気通信学会雑誌, 第45巻12号, 昭和37年12月
- (4) FANTONI, J. A., and BENOIT, R. C. “Doppler type HF radio direction finder” IRE Conv. Record, 1956, 6, pt 8
- (5) BENOIT, R. C., and COUGHLIN, F. “Designing RDF antennas” Electron Ind., 1959, 18, No. 4
- (6) ANDERSON, R. E. “Bearing memory improves direction finder” Electronics, 1958, 31 (5)
- (7) EARP, C. W., and COOPER-JONES, D. L. “Practical evolution of commutated aerial direction finding system” Proc. IEE, 1958, 105B, Suppl. 9
- (8) GETHING, P. J. D. “High frequency direction finding” Proc. IEE, 1966, 113

3~30 MHz 帯の船舶用無線方向探知機

*安立電波工業KK

抄 訳 平 尾 健 一

Shipboard Radio Direction Finder Installation for the 3 to 30 MHz Range.

Naval Engineers Journal. Oct. 1968 p.p 787~794

by W.M. Sherrill et al.

*Anritsu Electronic Works

Translated by Kenichi HIRAO

1. 概 要

本稿は 3~30MHz 帯で動作する無線方位測定機の設置に関する実際上の要件を纏めたものであり、艦船上の配置選定及び DF アンテナ取付けにたずさわる人にも役立つものとする。艦上構造物よりの再放射による方位測定機動作への影響に就いて記述してある。艦船に取付けた特異な例から、色々な配置具合に就いての良さを論究してある。

2. ま え が き

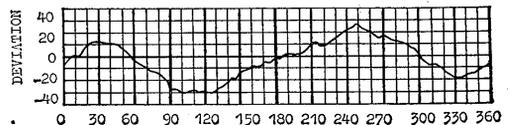
高周波帯用 DF は 1920 年及び 1930 年の初頭に 3~30 MHz 周波数帯に指定された長距離通信用に開発された。第 2 次大戦が終結となり、U ボート通信に対する方位測定は大西洋海戦における対潜水艦行動に著しい効果のあることが認められた。HF/DF (huff-Duff と呼ばれた) は海岸基地網と船舶上の DF の情報により位置決定が出来るものである。しかし、船舶上の方位精度は船上構造物が DF アンテナに与える影響のため海岸基地局での方位精度に劣るものとなる。外航船では有効な HF/DF 方位測定を行なうための問題が認識されるに至った。船舶用 DF の研究は第 2 次大戦以来、DF アンテナ動作に就いての改良に集中された。

DF アンテナの性能も低下させる船上構造物は再放射と称せられる到来波による passive interference を生ず

る。駆逐艦上のマスト、煙突及びアンテナからの再放射は通常の DF 用ループアンテナの動作を不能にしてしまうことがある。

代表的な DF 用ループアンテナの誤差曲線を第 1 図に示す。偏差値が多くある領域及び方位不定領域は実際上方探として役に立たない範囲を示すものである。アンテナの位置選定とそれを支持するマストへの接続と言う問題も含めて方探の設置を考えるとき、それは方探の的確な動作にとって重要な事項である。アンテナの設計及び実際上の配置を適当にすれば、固有の方位測定誤差を $\pm 40^\circ$ 以内に減らすことが出来、更に実質的には方位不定や偏差値が多く測定されると言うことをなくすることが出来る。

船舶用 DF の誤差は大きいけれども、それは設置したアンテナに対しては普通定まっているものであり、特に HF 帯の低周波側でその傾向がある。これら装置の誤差は方位測定機誤差を実際に測定した方位で修正しておけ

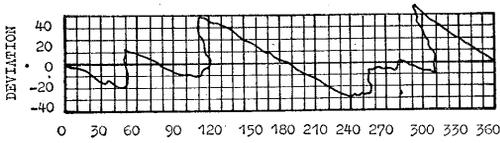


OBSERVED BEARING
FIGURE 2a - SIMPLE ERROR
U.S.S. BACHE 1955 SIMPLE LOOP 2.0 MC

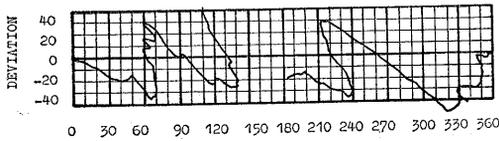
第 1 図 誤 差 曲 線 (1)

*東京都渋谷区恵比寿南 1-1

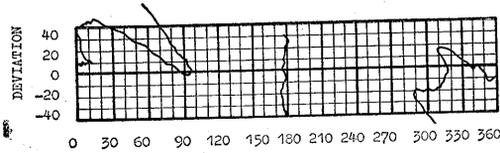
1-1, Ebisu-Minami, Shibuya-ku, Tokyo, Japan



OBSERVED BEARING
FIGURE 2b - ERROR IN REENTRANT FORM
U.S.S. KRAUS 1960 SIMPLELOOP 12.0 MC



OBSERVED BEARING
FIGURE 2c - ERROR WITH DISCONTINUOUS
CURVE
U.S.S. BACHE 1955 SIMPLELOOP 13.0 MC



OBSERVED BEARING
FIGURE 2d - ERROR WITH CONSTANT
BEARING
U.S.S. BACHE 1953 SIMPLELOOP 15.9MC
第2図 誤差曲線 (2)

ば取り除けるものである。

本稿では与えられたアンテナ型式に応じて可及的小なる誤差になるような実用的船舶上の配置要領に就いて纏

めることにする。

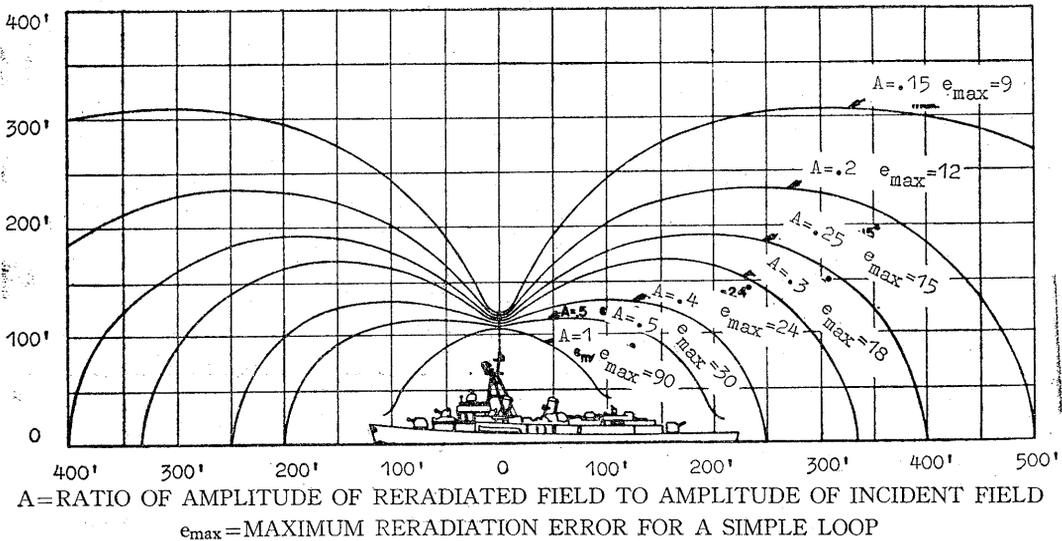
3. 再 放 射

再放射は船舶船用 DF の大敵である。船体及び船上構造物は本質的にはアンテナとして動作し、遠距離送信機より受信した入射波を再放射する。近傍の巨大で入り組んだ船上構造物よりの再放射波電界強度は目的局よりの入射波電界強度より大きくなり得る。この場合には DF アンテナは再放射器の方位を指すのみで、送信局の真方位を指さないことになる。

入射波電界強度 (通常の DF 用ループにて生ずる最大誤差に相当する) と比較した再放射波電界強度の近似的輪郭を代表的な駆逐艦に就いて描いたものが第2図である。

DF 用アンテナ装備のための位置選定には十分なる注意が払われねばならない。しかし、船上には思い通りの条件を満たす位置が普通1箇所か2箇所はある。これらの位置選定を明確にし、且つ有効に利用するため船舶の再放射とそれが方位測定機のアンテナに及ぼす影響を十分に理解しておかねばならない。金属製の船上構造物のいずれか1つの最も長いものが入射波の1/4波長に近づいた場合に再放射は最大の強さとなる。このような効果を生ずる周数が quarter-wave resonance として知られているものである。1/4波長に近い構造物が入射波電界の電気分極に並行な場合には再放射が最も強くなる。

それで地表波信号に対しては垂直が大構造的な影響物を与えることになる。空間波或いはアンテナより1波長以内にある再放射物に対してはある一方向に最長のもの



第2図 前橋近くのループに対する再放射と最大誤差

が大きな影響を与える。第1表に3~30 MHz帯の周波数に就いてそれぞれ対応する波長と1/4波長値を示す。多くの船に装備した結果を調べてみると、再放射器となる構造物より出来るだけ離したり、甲板よりの高さを増すことによつて一般的には方位誤差が著しく減少することが明らかとなつた。

第2表に典型的構造の船に就いて、DFアンテナを再

第1表 周波数, 波長, 1/4波長値

周波数 (MHz)	波長 (ft)	1/4波長値 (ft)
3	328	82
10	98.5	24.6
15	65.5	16.6
20	49.2	12.3
30	32.8	8.2

第2表 各種再放射器の特性

Reradiating structure	Reradiator height above deck (in feet)	Approximate resonant frequency	Minimum Antenna to reradiator distance for $A < 1^*$ (in feet)	Antenna to reradiator distance in feet for 95% of errors to be below: (Simple Loop)		
				$\pm 45^\circ$	$\pm 20^\circ$	$\pm 10^\circ$
Foremast	90	2.5 MHz	72	144	248	486
Tripod Top	60	4.2 MHz	48	96	165	324
Bridge	40	6.2 MHz	32	64	110	216
Stack	30	8.2 MHz	24	48	83	162
Whip Antenna	14	17 MHz	12	20	39	70
Whip Antenna	8	31 MHz	7	11	22	40

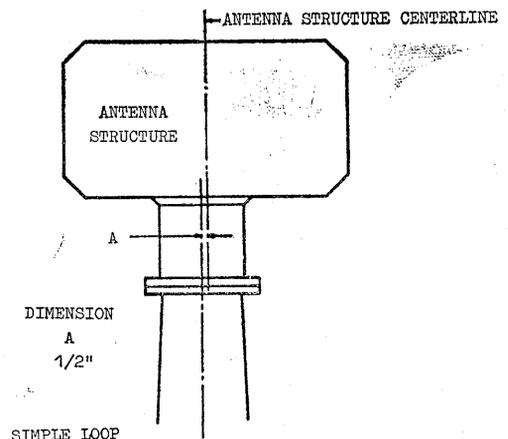
$$*A = \frac{\text{Reradiated Field Amplitude}}{\text{Primary Field Amplitude}}$$

放射器の高さの1/2だけ高くした場合に、再放射器までの距離を変えて予知される最大方位誤差を示した。一例を説明すると次のようになる。船の前櫓は01甲板上90フィートで、共振周波数は約2.5 MHzとなる。再放射電界強度と1次電界強度との比が1以下になるためのDF用アンテナと前櫓との最低距離は72フィートである。誤差が $\pm 20^\circ$ 以下になる割合が90%なるために必要な方位測定用ループと前櫓との距離は248フィートになる。上記の分析はどのような船上の再放射器に対しても適用できる。経験的には同じ誤差量を減ずるために再放射器からアンテナを離すよりもDFアンテナを甲板上15或いは20フィート高くする方が良いことが分つている。第2表に示した方位誤差は非常に大きい値ではあるが、それは規則的な誤差で、それぞれの位置に対して固有のものである。これらの誤差値を実際に測定した方位で較正して修正曲線を得れば、最終的な誤差許容値は $\pm 5^\circ$ 程度または $\pm 2^\circ$ 以内になる。

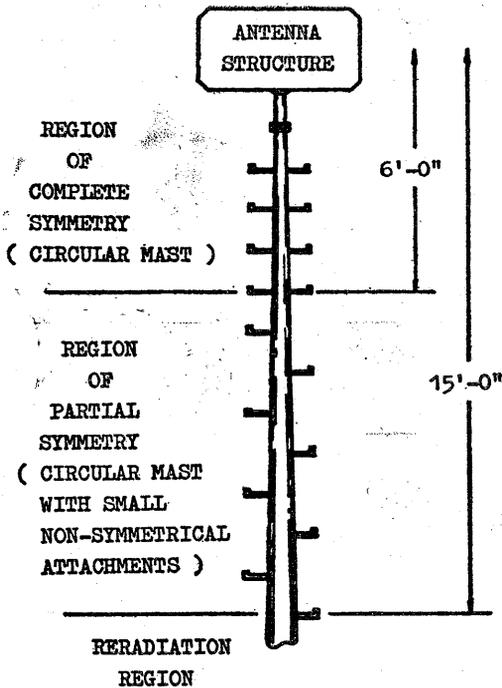
4. アンテナ設置要件

殆どどのHF、VHF用DFアンテナはマストの先端か桁端に取り付けられるよう設計されている。最近開発されたものはthrough-mast型で、アンテナを細いマストの周囲に対称に配置したものである。マスト設備に対する最も厳しい要求は、DF用アンテナをマスト及びマストより突出している構造物に対して完全に対称にすることである。非対称だと、HF周波数帯にてどのDF

用アンテナでも誤差が増えると言う結果を得ている。経験的にはセンターよりのずれは1/2吋以下であることが望ましく、DFの支持マストを対称にすると全周波数に亘つて誤差を $\pm 10^\circ$ 以下に減ずることが出来、更にDFマストを第3図またはは第4図のようにすれば非共振周波数における誤差はそれよりも減少する。マスト突起物に対する取付上の要件として、DFアンテナと最も近くの突起物間15フィートのものを除去することである。支持マストに取付けてある長さ3フィート以下の一部分非対称な突起物に就いてはDFアンテナの下方へ6フィートより15フィートまでの範囲で誤差は生ずるが許容出来る程度である。DF用マストと甲板の電氣的接着を得るの



第3図 センターとのずれ

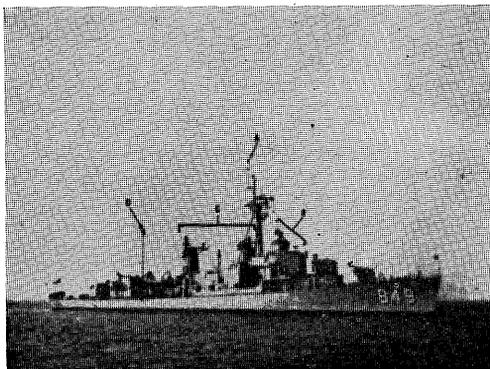


第4図 対 称 性

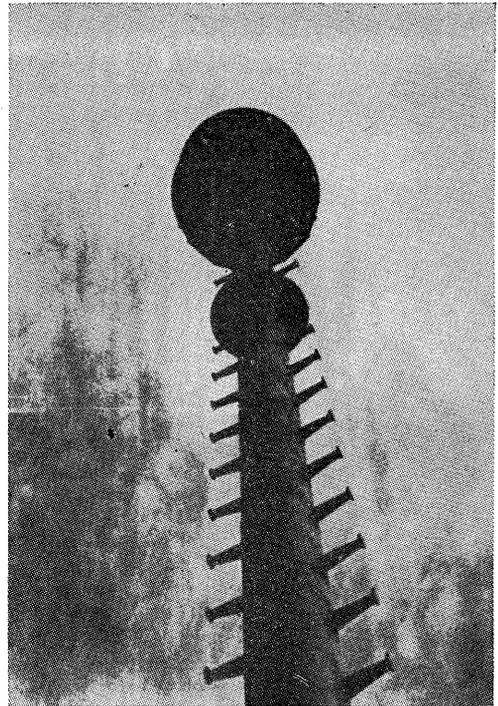
に特別の注意が払われ、マストは主として continuous seam weld にて甲板に溶接されている。

5. 設 置 例

第5図はアンテナを装備した代表的な水上艦を示す。前橋先端の“A”箇所は通常、種々形状のアンテナに対して都合の良い場所である。この場所はまた UHF 或いは V HF 帯 DF アンテナに対して良好になり得るが、普通の単一ループを用いる HF 帯方位測定機設置にはそぐわないことがある。船の煙突やブリッジの周辺“B”，“C”の場所に設置する逆探用や射撃指令用アンテナの代表的設置状態を第5図に示す。これらの場所に設置した DF アンテナは前橋に近接すると強く影響を受ける。自立した後橋“D”は先端にアンテナを装備した前橋より十分に離れてある。“D”位置にある自立マストを近くで見ると(第5図、第6図)後部煙突が最も近い垂直



第5図 実 装 図



第6図 マスト詳細

の障害物であることが分る。支索、支柱は全然用いてない。(他の5例の写真と説明は省略)

6. 装 備 要 件

電子装置を装備する場合、普通の船での実務は DF の取付けにも適用出来ることが多い。アンテナへのケーブルは全てシールドした同軸ケーブルを用い、DF アンテナまでマスト内を通す。DF のシャシーを全て船体へアースすることが必要で、更に電源ラインより誘導される無線周波による DF への妨害を防ぐため船内交流電源はフィルターを通さなければならない。

7. 結 論

艦船上に方位測定機を装備する場合、理想的な位置選定は出来ない。しかし、第2表に示した条件に対して十分留意すれば有用な位置決定が出来る。前述したような全ての要件は経験上明らかにされていて、実際にも実施されていることを強調したい。どれか一つの要件を弛めると方位測定機の動作を損うことになる設置上の主たる要件は

- (1) 近接する再放射構造物より實際上出来得る限り遠ざけること。
- (2) 方位測定機を取付けるマストを出来得る限り対称性を持たせるようにすること。
- (3) DF アンテナ支持マストは甲板と電気的接着を完全にすること。

である。

本研究は契約書 NO bsr - 89167 にもとづき Naval Ship Engineering Center の協力を得て実施したものである。

紹 介

Introduction

AD 3 型 自動無線方位測定機

*安立電波工業株式会社

AD3 Automatic Radio Direction Finder

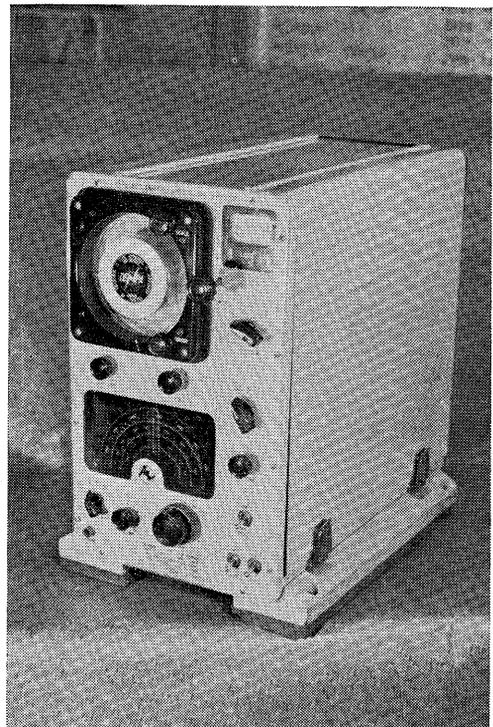
*Anritsu Electronic Works

概 要

1. 取扱い簡単, 小型軽量である。
2. 消音式, 自動式の二つを簡単な切替により使用出来る。
 - 2-1 消音式では消音点を探した上, センスの決定を要するが混信の場合にも使用出来, 極めて高精度の方探である。
 - 2-2 自動式では希望電波を受信すると同時に指針が単方向を指示する。弱電界でも動作し, 極めて迅速に方位測定が出来る。
3. 受信周波数範囲は 200KHz から 4 MHz (3バンド) 迄の A1, A2, A3 波を全て受信測定出来る。
4. 電源は交流, 直流いずれでも使用出来る。

性 能

周波数範囲	A	バンド	200~550 KHz
	B	バンド	550 KHz~1.5MHz
	C	バンド	1.5~4 MHz
受信方式	スーパーヘテロダイン方式		
感 度	410KHzにて		
	自動式の場合電界強度 20 μ v/mにて指示		
	可聴式の場合電界強度 100 μ v/mにて方位		
	測定幅 $\pm 1^\circ$ 以内		
	受信の場合電界強度 5 μ v/mにて受信可能		
	3 MHzにて		
	自動式の場合電界強度 5 μ v/mにて指示		
	可聴式の場合電界強度 20 μ v/mにて方位		
	測定幅 $\pm 1^\circ$ 以内		
	受信の場合電界強度 2 μ v/mにて受信可能		
方位測定精度	$\pm 1^\circ$ 以内		
選択度	帯域幅 3 KHz 以上 (6dB低下)		
	減衰率 12 dB/KHz 以上		
影像比およびスプリアス感度	-40dB 以下		



最大無歪出力	1 W以上	
電源	DC	24V 5A
	DC	100V 1.8A
	AC	100V 1.1A
	AC	200V 0.5A

のうち指定による。

フィーダーの長さ 標準 8 m
 ジャイロ・レピーター組込可能
 誤差修正装置 組込

[参考] 型式検定番号 D61003

*所在地: 東京都渋谷区恵比寿南 1-1

*Address: 1-1, Ebisu-minami, shibuya-ku, Tokyo, Japan

レジャーボート用自動方向探知機

*安立電波工業株式会社

Automatic Direction Finder for a Leisure Boat

*Anritsu Electronic Works



概 要

1. 小型軽量のスマートなデザインのインテリアアクセッサリーとしても好適な自動方探
2. 世界ではじめて IC を全面的に採用した高信頼度のバンド自動方探
3. 独得の方式によりエンジン雑音等人工雑音の影響を全くうけない自動方探
4. 設置容易, 操作簡単な本格的レジャーボート用自動方探

性 能

周波数範囲

- A バンド 175~420KHz
- B バンド 535~1280KHz
- C バンド 1250~3000KHz

受信方式

- スーパーヘテロダイナ方式
- A₁, A₂, A₃, 電波受信可能

感 度

電界強度 15 μ v/m にて方位指示精度は $\pm 5^\circ$ 以下
 300 μ v/m にて $\pm 2^\circ$ 以下

選 択 度

帯域幅 3 KHz (6db 低下)
 減衰度は 7 KHz 離れて 20db 以上

指示スピード

50 μ v/m 以上の信号に対し 30°/Sec

最大無歪出力

0.2W

電 源

自蔵の乾電池 (UM-1D \times 9 個) 12V
 電池管交換により AC 100V でも動作可能

重 量

約 7 ポンド (電池を除く)

寸 法

高さ $3\frac{3}{8}$ " , 横 11" , 奥行 11"

使 用

IC 及びトランジスター
 IC 7 個, トランジスター 4 個

*所在地: 東京都渋谷区恵比寿南 1-1

*Address: 1-1, Edisu-minami, shibuya-ku, Tokyo, Japan

無線電話遭難周波数の大型船用方向探知機

*大洋無線株式会社 篠田 英司
勝部 勇次郎
斉藤 幸雄

Direction-Finding on the Radio Telephone Distress Frequency

*Taiyo Musen Co. Ltd. Eiji SHINODA
Yujiro KATSUBE
Yukio SAITO

1. まえがき

国際無線通信諮問委員会から勧告も出ているように、義務船舶に 2182 KHz を測定できる方向探知機を備え付けることは遭難船の救助に有効であることは説明する必要もありませんが、現在、漁船等で使用されている 2 MHz 帯まで測定できる方向探知機を、そのまま、大型船に取付けても誤差が大きかったり、センスが反転したりして使いものになりません。

一方、2182KHz や 2091KHz を測定する必要性は年々増加しており、国内においては 1 万数千隻の船舶が 2091 KHz を発射する自動遭難通報装置を備え付け、年間に数十件も、これから電波を発射しております。諸外国においては 2182 KHz を発射する非常位置指示電波標識 (Emergency Position Indicating Radio Beacons) が普及しはじめています。

本方式は従来の方向探知機の空中線系に改良を加え、大型船においても 2 MHz 付近の周波数を測定できるようにした方式であつて 2 MHz 付近を測定する専用の空中線系を別に設けて、この空中線系の整合及びセンスアンテナの接地方式を改良して、空中線を小型軽量化し、擾乱等の少ないマスト頭部や船首または船尾等に設置できるようにした方式である。

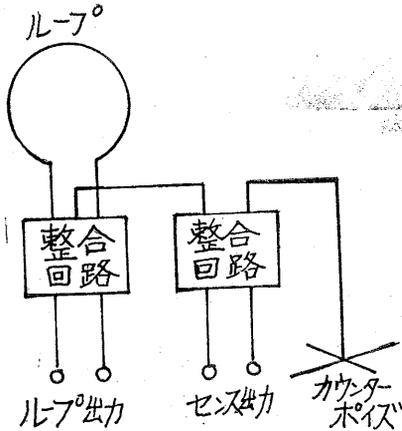
2. 2 MHz 空中線系

大型船で 2 MHz 帯の測定ができない大きな理由は二つある。その第一は、ループ空中線及びセンス空中線を擾乱の少ないマスト頭部等に設置しなければならない。これを実行するには空中線系を振動の大きい場所に取付けても強度的に耐えうるものであり、かつ、このような場所に取付けるためには空中線系と本体を結ぶファイダーが長くなるので空中線系とファイダーを整合をとる方式

が、あるいは、ループ系とセンス空中線系との位相関係を正常に保つためにゴニオメーターをループの基部に取付け、そこで合成したあとにファイダーで本体まで延長する本式でなければならない。第 2 の理由は、センスアンテナ系の接地方式の問題である。この問題は、ある方向においてセンスが正常であつても、特定の方向ではセンスが不鮮明であつたり、反転したりする現象である。これは取付けてある支柱自身からの誘導(あるいは輻射)が非常に影響していることは、いままでの色々の実験あるいは文献等からみてももろからである。さらに、10t~100t 程度の船舶に 27MHz 帯の方向探知機を装備したとき、センス空中線系の接地方式の如何によつて同様の現象となることが数百隻の船舶に 27MHz 方向探知機を装備して実証されている。この原因については、空中線をマストの頭部等の擾乱の少ない場所に取付けてもセンス空中線系の接地を支柱に直接にとると、ステーやリギン等が指向性を持った接地となつて電波の到来方向によつてセンス系の入力的大小及び位相をみだすものと考えられる。これを防止するために、第 1 図のようにカウンターポイズをマストやステー等から浮かしてスカートアンテナを展開するとセンスが正常となり方向もよくできるようになる。本方式は第 1 図、第 2 図に示すように、ループアンテナ系及びセンスアンテナを空中線基部において測定周波数付近に整合をとり、かつ、NS, EW 及びセンス空中線回路の相互の位相関係がくずれないように回路のインピーダンスを下げ変圧器でファイダーのインピーダンスに整合させる。一方、センスアンテナはループの整合回路を平衡型にしたその中点より垂直分の起電力を取り出す。カウンターポイズは船体やマスト等より電氣的に浮かしループの基部で対称的に水平または斜め下方にスカートア

*所在地 東京都渋谷区恵比寿西 2-20-7

*Address 2-20-7, Ebisa-nishi, Shibuya-ku, Tokyo, JaPan

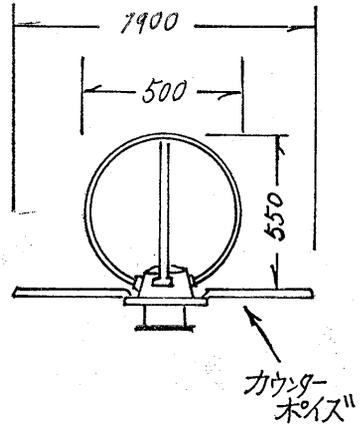


第1図 ループ・センス整合回路

アンテナを展張しセンスアンテナの電圧を取り出すようにする。このようにして、変圧器の2次側より方向探知機までNS, EW, Vの各並行2線の3組のフィダーを配線する。

3. 従来の方式との比較

本方式の大きな利点はセンスの反転現象がなくなることである。27 MHz 帯の実験例によると、現在まで、数百隻以上の漁船に装備した結果をみると従来の接地方式では半数以上の漁船がセンスの反転現象を呈していたが、本方式を採用してからは一隻も反転現象をおこしていない。第2の利点はフィダーを数十米延長してもフィダーによる減衰がほとんど無視できるのでループを擾乱の少ない場所に取付けることが容易になったほか、後述のように、ループアンテナを小型にしても十分な感度を得ることができるのでループ小型軽量化することができ、振動の大きいマスト頭部にでも容易に装備できる。



第2図 ループ外観及び寸法

4. 感度の比較

従来の方式と本方式との感度を第3図、第4図により比較する。いまループの直径1米・フィダーを20米とする。

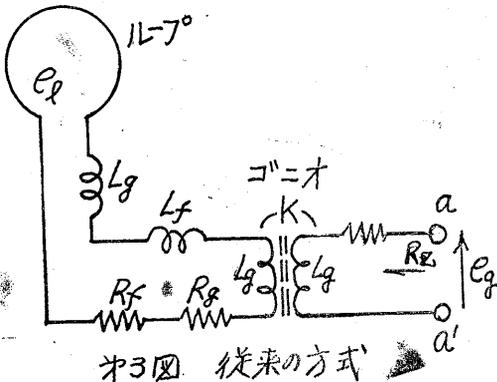
第3図中の各々の値は

- ループのインダクタンス (L_e); $3 \mu\text{H}$
- ケーブルのインダクタンス (L_f); $10 \mu\text{H}$
- ゴニオのインダクタンス (L_g); $3 \mu\text{H}$
- ゴニオの結合 (K); 0.75
- ゴニオの抵抗分 (R_g); 1.35Ω
- フィダーの抵抗分 (R_f); 4Ω

程度であるのでゴニオの2次側よりみた抵抗分 R_2 は

$$R_2 = R_g + \frac{K^2 \cdot L_g^2 \cdot (R_f + R_g)}{(L_f + L_f + L_g)^2} \approx 1.45 (\Omega)$$

但し、 $R_g \ll \omega L_g$, $R_f \ll \omega(L_f + L_e)$



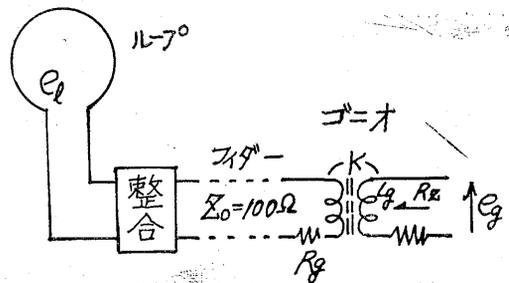
第3図 従来の方式

第3図 従来の方式

ループに誘起する電圧を e_e 、ゴニオ2次側電圧 e_g とすると

$$e_g \approx \frac{M \cdot e_e}{(L_f + L_f + L_g)} \approx 0.14 e_e$$

となる。以上より S/N 比は e/\sqrt{R} に比例



第4図 本方式

第4図 本方式

$$S/N = \frac{e_g}{\sqrt{R_2}} = 0.12 e_e \dots \dots \dots (1)$$

となる。この場合、ゴニオメータの Q が主として S/N を定めることになる。

第4図において、変圧器で2次側のインピーダンスが

100Ω のフィダーと整合するようにすればフィダーの損失を無視できるのでゴニオの2次側より見た抵抗 R_2 は

$$R_2 = R_0 + \frac{K^2 \cdot (\omega L_0)^2 \cdot R_L}{R_1^2 + (\omega L_0)^2} \approx 9.1(\Omega)$$

となり、ゴニオメーターのQは無視出来る。整合回路で誘起電圧を5倍にするよう設計すると、下記実験に使用した例からいうと、

$$e_0 = 0.97e_1 \text{ となり}$$

$$S/N = \frac{e_0}{\sqrt{R_2}} = 0.32e_1 \dots \dots \dots (2)$$

となる。(1)式と(2)を比較すると、本方式の方が約2.75倍 S/Nが改善されることになる。フィダーが長い場合、直径0.5米のループで40米のフィダーを使用したかフィダー20米の場合と同程度の感度を得ることが出来た。

5. 実験

本方式による 2 MHz 帯の方向探知機の実験は日本郵船株式会社及び日本鋼管株式会社鶴見造船所の御協力を得て、昨年10万トンタンカー大津丸に仮装備して行なった。その結果、十分満足しえる結果を得ることができた。

5-1 実験機器等

- 実験年月日、昭和44年6月
- 実験船舶、大津丸、106,500トン(NYK)
- 方向探知、TO-A120機、型自動方向探知機(型式検定合格品を一部改造)
- 2 MHz 帯ループ、直径0.5米
重量 3kg(ただし、整合器部も含む)
- 測定範囲、2070KHz~2200KHz
- 最低測定可能電界、3 μv/m
- 測定方式、自動及び可聴

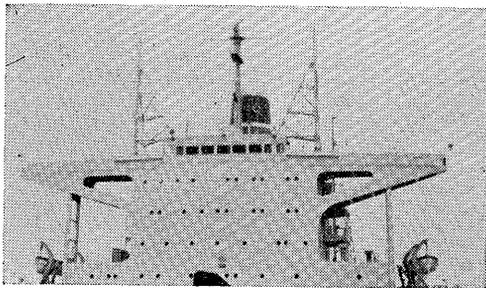


写真1 大津丸

なお、実験用相互系統図を第5図に大津丸アンテナ展開図を第6図一、2、大津丸の誤差カーブを第7図に各々しめす。

5-2, 実験結果

- 最大誤差、+側7度、-側19度
- センス、全方向正常
- 測定精度、読みとり誤差等も含めて、90度~105度及270度~び330

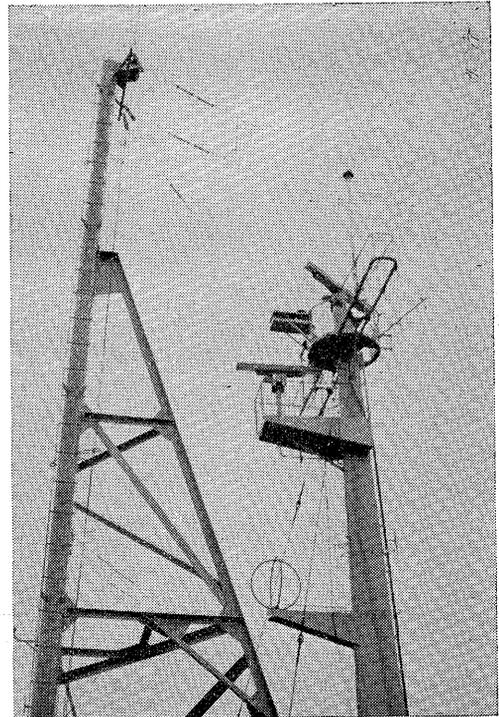
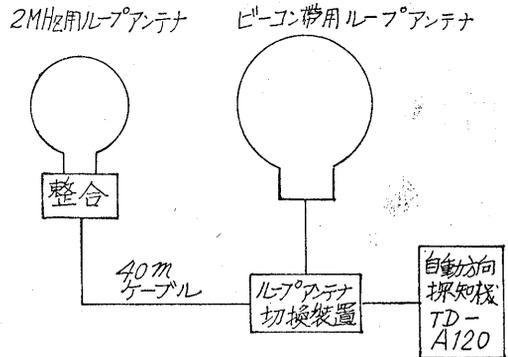


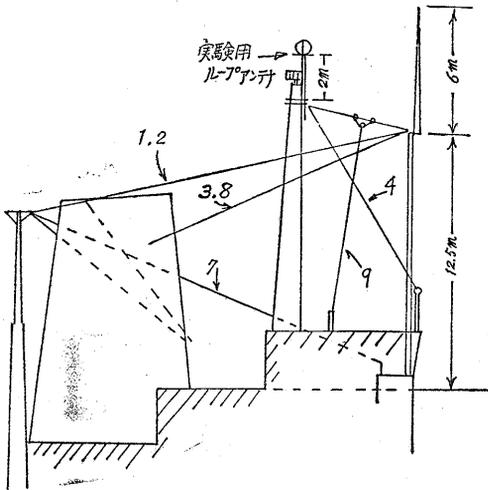
写真2 大津丸と 2 MHz Loop Antenna

度方向は±1.5度以内そのほかの方向は±7度以内 擾乱電界 90度及び300度方向はループ成分と比較して90程度、

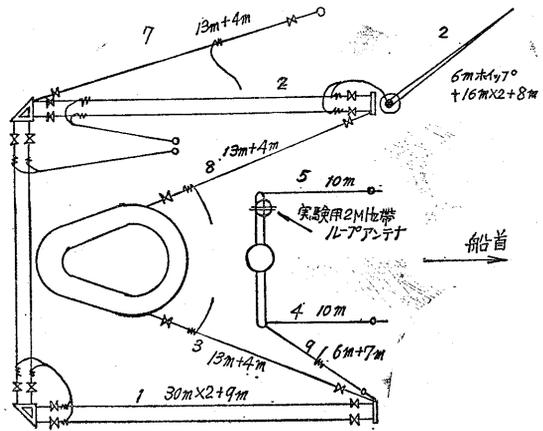


第5図 相互系統

その他の方向は平均40%程度である。
 自動式と可聴式との相互の測定誤差 ±0.5度以内
 近接周波数の船体誤差の変化
 測定周波数を 100KHz 変化したときの船体誤差の変化は ±5度程度である。
 ブリッジループとの比較
 ブリッジループ(ビーコン帯用)で 2 MHz の電波を測定した結果、誤差大のため測定不可能。



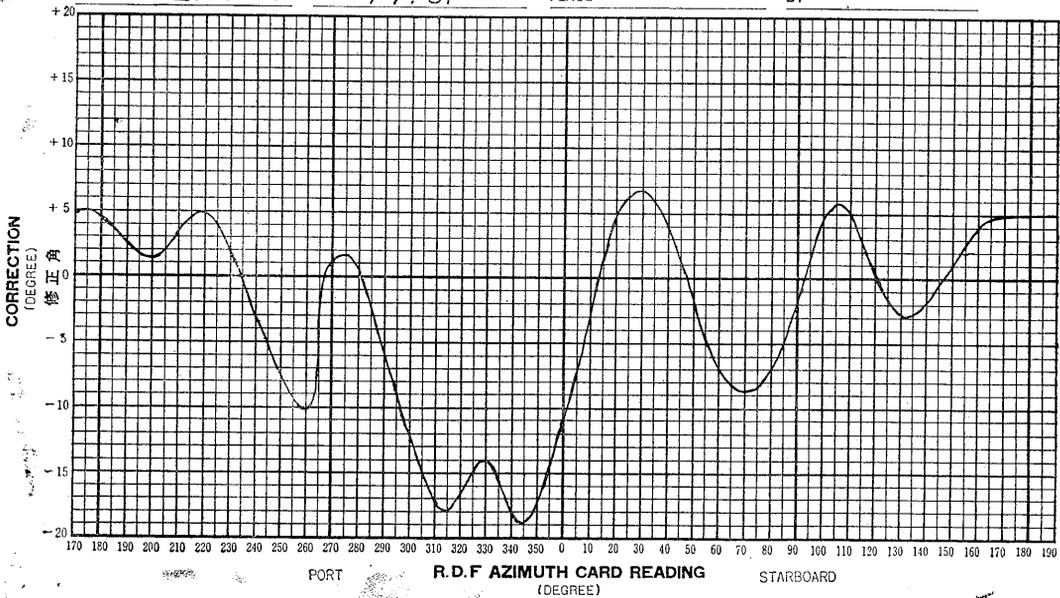
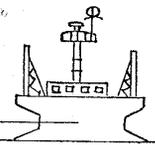
第6図-1. 大津丸アンテナ展張図



第6図-2. 大津丸アンテナ展張図

CORRECTION CURVE FOR RADIO DIRECTION FINDER

OWNER 試作機 SERIAL NO. _____ SHIP NAME 大津丸
 MODEL 試作機 SERIAL NO. _____ ERROR CORRECTOR 0° WITNESS _____
 FREQUENCY 2000 K.C/S DATE 44.6. PLACE _____ BY _____



REMARK MARK ● CLOCKWISE ROTATION MARK × COUNTER CLOCKWISE ROTATION

TAIKO MUSEN CO. LTD. TOKYO JAPAN

第7図 誤差カーブ

6. 結論

この装備状況から見ると、ループアンテナはその支柱に対して完全な対称的位置に取付けていないにもかかわらず、このような結果を得た。完全に対称的な取付けが出来た場合にどれだけ、なお、改善出来るか、また、どの程度の非対称に対しても本方式は有効であるか等について

ではデータ不足であります。27MHz帯においては数百隻の漁船に装備して100%満足し得る結果を得ているので、2MHz帯においても、この方式は従来の方式に比べ進歩していることは認められるので、今後、関係方面の御協力を御願ひして2~3隻の大型船で実験を重ね、その結論を分析して最終結論をだす予定であります。

光電製作所の無線方位測定機

*光電製作所 原 通 夫

Radio Direction Finders of Kodon Electronics Co. Ltd.

*Kodon Electronics Co.

Michio HARA

1. 概 要

無線方向探知機の歴史は非常に古く、無線通信の歴史と殆んど同じ位と考えられている。先ず無線方向探知機が現在どのような目的に使用されているかについて簡単に述べると、指向性を持った特殊な空中線を使用して到来する電波の方向を測定し、この操作を2カ所以上の異なる既知の送信所について行なえば自己の位置を確定することが出来るし、逆に1つの電波を2カ所以上の固定された受信局で測定すればその送信所の位置が確定される。以上の簡単な原理から、船舶や航空機のような移動体の場合には前者の方法を利用して航行の援助とし、一方不法電波や遭難電波の送信源を求明するために陸上局（電波監視業務や海岸局）では後者の方法を利用している。

現代では、ロラン、デッカ及びオメガ等すぐれた電波航法装置が考案され、更に人工衛星を利用した衛星航法まで現われ地球の上どこにいても自分の位置が地図上に直ちに測定出来る世の中になつて来ており、この点では昔のように無線方向探知機が大きく活躍することがなくなつて、他の航法装置にその役割を一步譲つた形になつている。然し、発信局の電波の到来方向を測定すると云う本来の目的で無線方向探知機の活躍する領域は大きく存在し、ホーミングパイロットとしての役割は航行者にとつてなくてはならないものであり、特に、遭難船の救助としてその送信源を探す上には必要欠くべからざるものであることは云うまでもない。この他移動局相互間で夫々の方向を求め合う意味では、互いに連絡し合う漁船等にとつてはなくてはならないものとなつており、特に船団を組んだ場合、独航船と母船との間の橋渡しの役割は

大きく、最近の遠洋漁船の殆んどが装備していることから知られることが出来る。この意味では無線方向探知機は、航海計器と云うよりは寧ろ漁具に近い役割を演じていると云える。

次に装置全般についてその概略を述べると、無線技術が大きく発展した現在でも長波、中波帯用としてはループ空中線の指向特性を利用し、短波、超短波帯用としてはアドコック空中線の指向特性を利用すると云う測定の基本原理においては開発された当初と殆んど変わっていない。これはループ空中線の構造が簡単にも拘らず、それが持つ指向特性がすばらしく、特にその消音点の角度に対する鋭さは今日のように測定技術が発達した現在、更に正確に到来電波の方向を測定する上にも必要欠くべからざるものとなつているためである。然し、短波、超短波帯では理論的にループ空中線が入射角を持った水平偏波成分を含む電波に対し偏波誤差を生ずるため、特にこの偏波誤差を防止するように考案されたのがアドコック空中線で、正確な方向測定を必要とする電波監視業務や遭難船からの到来電波の測定等の陸上局に使用され、その偉力を發揮している。

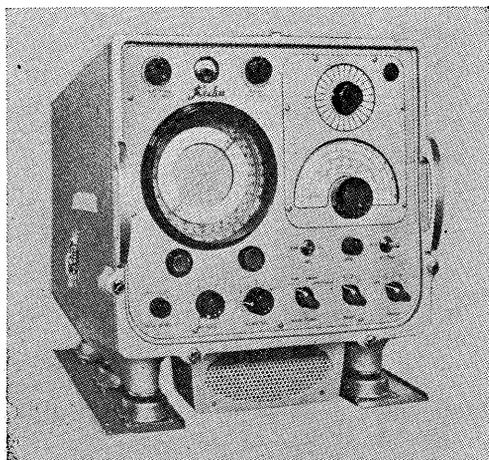
以上のように、空中線ではループ空中線とアドコック空中線にその殆んどが限られているが、測定装置やその指示方式では数々の方法が考案され多くの進歩が見られている。先に述べた空中線の消音点を利用し、手動で空中線を回転しながら電波の受信が出来なくなる方向、即ち音が聞こえなくなった方向を調べる原始的な可聴消音式を使用する方法から、これでは測定に手間が掛り又、いくらかの測定者の熟練が要求されると云うので、誰でも簡単に目的の電波を受信さえすれば自動的に方向を測定指示する方法まで種々考案され、最近では、ブラウン

*東京都品川区上大崎2-10-45

2-10-15 Kamiosaki, shinagawa-ku, Tokyo, Japan

チ: 測定可能最小電界強度 $5\mu V/m$ 以下

2-1-2 KS-500型 (第3図参照)

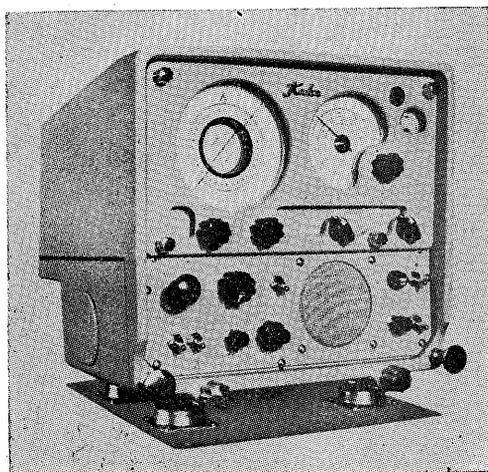


第 3 図

この機種は商船から漁船までの万能型とも云うべきもので、特にSSB時代に備えたもので回路の殆んどをトランジスタ化し出来るだけ消費電力を減らすようにしてある。その主な内容は、

- イ. 受信周波数範囲 200KHz~9,000KHz
- ロ. DSBの他にSSB(A_{3J}とA_{3H})受信
- ハ. 測定可能最小電界強度 410KHzで $15\mu V/m$
- ニ. ジャイロレピータを内蔵している
- ホ. センス操作は手動式及び自動式組込み
- ヘ. 消費電力 45VA

2-1-3 KS-321UA型 (第4図参照)



第 4 図

この機種は特に小型船舶に適するように設計されたもので、国内船を始め諸外国の船舶に非常に多く利用され

ている。その内容は、

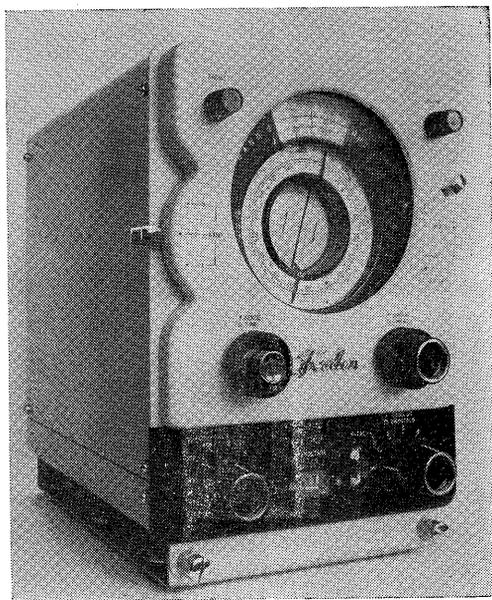
- イ. 受信周波数範囲 200KHz~4,500KHz
- ロ. 受信電波型式 DSB (A₁, A₂, A₃)
- ハ. 測定可能最小電界強度 410KHzで $20\mu V/m$
- ニ. 測定精度 410KHzで $1000\mu V/m$ で 1°

2-1-4 KS-398型 (27MHz用)

最近漁船の通信用に27MHz帯が使用されるようになったため開発された27MHz帯専用の方向探知機で、この附近の周波数になると船体を含む船上の金属物体が共振に入り易く、到来電波に擾乱を与えるのでループ空中線は出来るだけそれ等の物体から離れた場所に取付けることが必要となり、自然、マストの上等高い所に装備するようになる。然し、このことはループ空中線の延長ケーブルやマスト自体に誘起した電圧の影響を受けるようになり、特にセンス用垂直空中線の位相が不安定となりセンスが出難くなり易いため、装備に充分の注意を払う必要がある。主な内容は

- イ. 受信方式 ダブルスーパーヘテロダイン
- ロ. 受信周波数範囲 26.6~28.2MHz
- ハ. 測定可能最小電界強度 $2\mu V/m$
- ニ. 受信型式 A₁, A₂, A₃及びSSB
- ホ. スポット受信 自動ダイヤル方式の他6波組込み可能

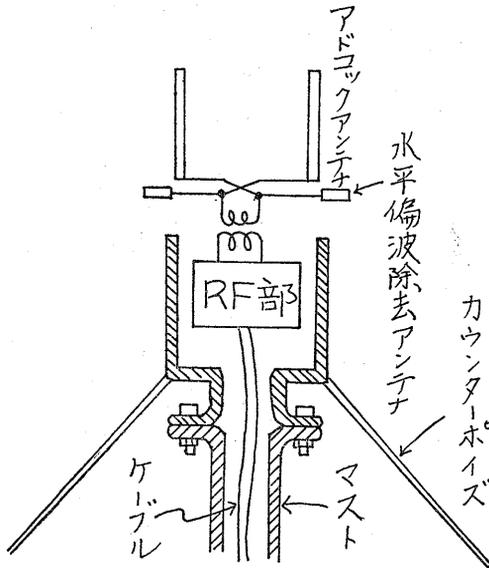
2-1-5 KS507型 (第5図参照)



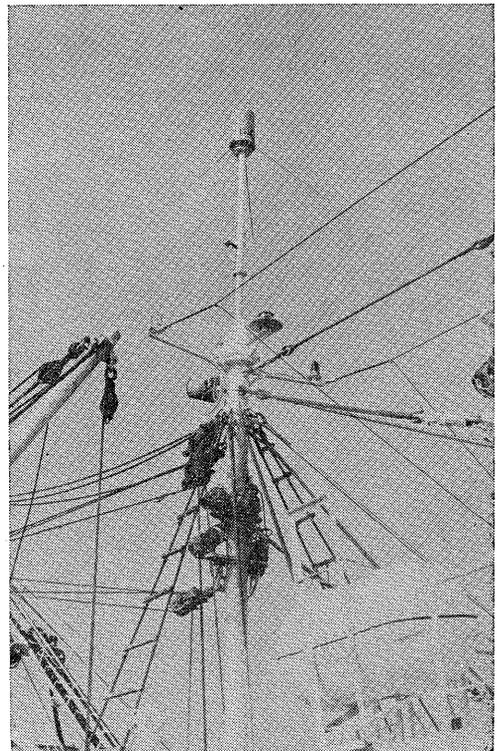
第 5 図

本機は150MHz帯通信用として開発された船舶用VHF方向探知機で現在船舶用として認められている通信波が垂直偏波であることから、これに適する指向性

受信空中線を開発することに主眼をおき完成したものである。空中線に特殊性を持っている以外装置の指示方式等は他の船用方向探知機と殆んど同じで、ブラウン管にプロペラ映像として方位が得られる。従つて、その空中



第 6 図



第 7 図

線の構造について特に詳細な説明をする。第6図はその側断面図を示すもので回転U型アドコック空中線を採用している。然し概要の所で述べたように真のアドコック空中線は理論的には水平偏波の電波は受信しない構造になっているはずであるが、U型アドコックの場合基部が完全に接地されていた場合であり第2図のような構造でマストの上などに装備した時には理想的なU型アドコック空中線としては動作しないため、その対策が必要である。このため第6図にあるように垂直アンテナ部分の基部に水平偏波除去用に補助水平ダブレットアンテナを設け、理想に近いアドコック空中線として動作するようにしている。又空中線の外部きょう体下部に4本の擾乱除去用のカウンターポイズが下方45°方向に設けてあり、これは特に受信空中線の垂直面内の指向特性を水平より上方に向けること、とケーブルから空中線に逆流する不要な電流を阻止するようにしている。従つて受信空中線装置より高い位置からの影響は軽減されないが全体的に単向を出すためには好結果をもたらし、全方向完全な単向を表示させることに成功しており、判定不明や反転を生ずることが殆んどなくなっている。第7図は漁船に装備した空中線部を示している。

空中線で受信した150MHzの電波は空中線基部にあるRF部で20MHz帯に変換し、受信指示部の入力に加えられる。主な仕様は、

- イ. 指示方式 ブラウン管全方向自動直視式
- ロ. 受信周波数範囲 156~162MHz
- ハ. 電波形式 AM及びFM
- ニ. 最小測定可能電界強度 $3\mu V/m$
- ホ. スポット受信 8波組込み可能
- ヘ. 消費電力 30VA

この他全受信周波数範囲に亘つて自動ダイヤル受信が出来、アダプターを附加することにより高性能受信機としても使用出来る。

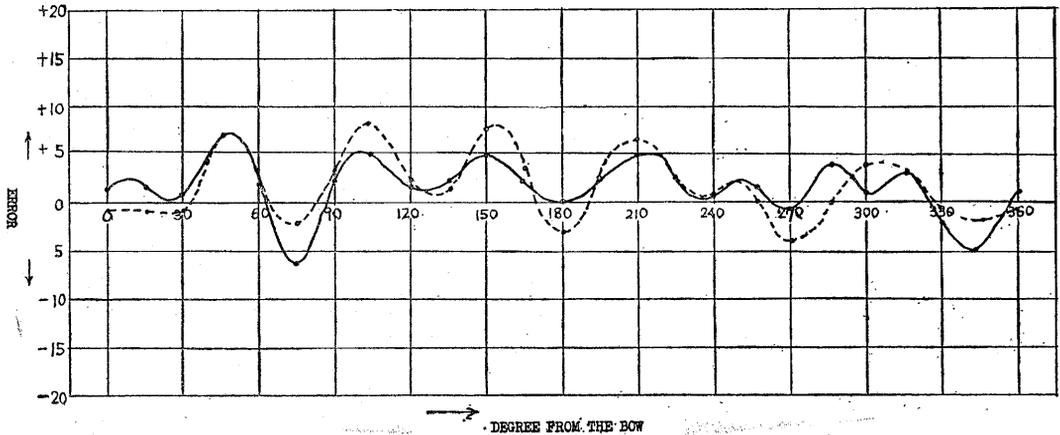
第8図は漁船による全方向誤差試験の結果、で全体に細かい方位の変動はあるが $\pm 6^\circ$ 以内に入っており、センスも全方向鮮明に出ている。装備も至つて簡単であることから今後この方面の方向探知機として大いに期待し得るものと思われる。

2-2 メータ式 (ADF)

この方式による方向探知機は第2次大戦前より開発されているもので、特に戦後サーボ技術の発達でその実用価値が高まってきた。一般にADFと云われるのはこの種の方向探知機で航空機等に最もよく使用されている。この方式の大きな特長は、受信するだけで指針が電波の到来方向を指示することで、センスの操作を必要としない所にある。欠点と云えば指針が受していない時でも常

ERROR CURVE OF VHF DIRECTION FINDER
TYRE: NS-507

DATE: January 1969
Frequency :159.21 MHz
sense: OK



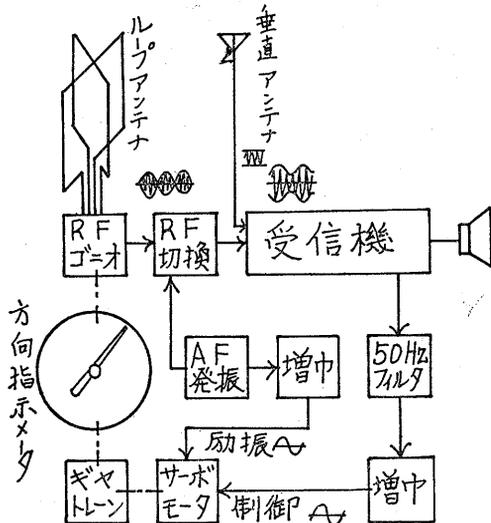
第 8 図

にどこかを指示しているため、その信頼性にあると云えるが現在にはそれに対する色々な技術が考案されている。この方式の概略の説明をすると第9図でループ空中線に

増幅検波した後 50Hz のフィルタを通して、RF ゴニオ出力を 50Hz の振幅として取出すようにしている。一方 AF 発振による 50Hz を増幅してサーボモータを励振し、先の RF ゴニオの出力である 50Hz を増幅して適当な位相にしてサーボモータを制御すると、サーボモータは駆動して RF ゴニオを回転させ、RF ゴニオが消音点に達し出力が零になった時、制御側の 50Hz も零になるためサーボモータが停止する、従つて RF ゴニオと一緒に回転していた方向指示メータの指針も止り到来電波の方向を示すようになっている。以上は KS-510 型の原理を示したのであるが、この他にも色々な方法が考えられている。然し基本的には殆んど同じ内容と考えてよいと思う。

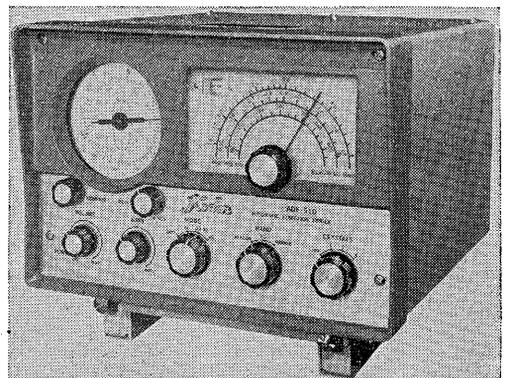
2-2-1 KS-510型 (第10図参照)

この機種は小型船舶用として開発されたもので特に機



第 9 図

接続された NF ゴニオは方向指示用メータと直結され、更にギヤトロンを通してサーボモータに接続されている。RF ゴニオの出力は RF 切替に入り、ここで AF 発振の出力で一定周期 50Hz で位相を切換えられ、図のような波形で垂直空中線の信号と共に受信機に加えられる。従つて受信機内では垂直空中線の出力が RF ゴニオの出力によって 50Hz の変調を受けた形となり、これを



第 10 図

械の取扱いにあまり慣れていない人達でも簡単に装備が出来、操作が容易なように配慮されている。主な内容は、

イ. 一般に自動式の場合切換えのための不快感が出るが、完全に方位を指示した時その不快感が消えるようになっていたため測定中でも通信内容を明瞭に聴き取ることができる。

ロ. 広帯域と狭帯域のIFを持っているので放送音声の忠実度は良く、CWやSSBでは良好な選択度で受信することができる。

- ハ. 受信周波数 150KHz~420KHz
520KHz~1610KHz
1.8MHz~5.0MHz

ニ. 電波形式 CW, PHONE 及び SSB

ホ. 測定可能最小電界強度 $15\mu V/m$

- ヘ. 選択度 広帯域 $\pm 3KHz/6db$
狭帯域 $\pm 0.8KHz/6db$

ト. スポット受信 3波組込み可能

3. 船舶救難用陸上固定方向探知機

陸上固定局用の方向探知機としてはこの他に電波監視業務用として郵政省電波監理局や防衛庁等に大型のものが設置されているが、ここでは特に船舶用を対象にするため割愛させてもらい、船舶の救難用として活躍してい

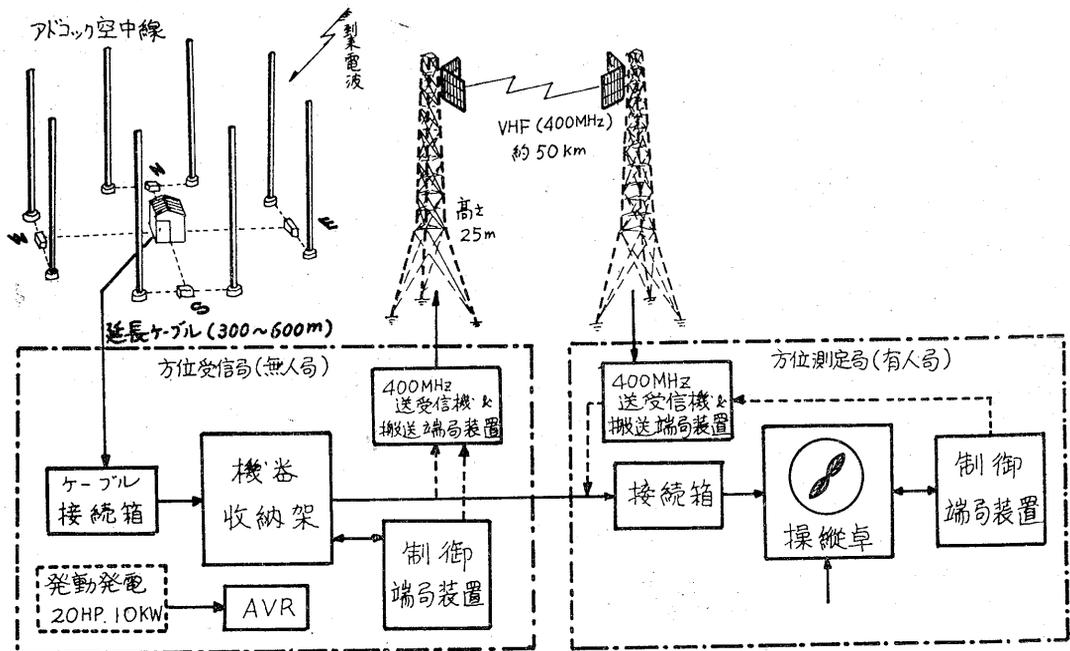
る海上保安庁の陸上固定局について簡単に内容を述べる。

3-1 概要 (第11図参照)

本機は海上保安庁(沿岸警備隊)の管轄に属する陸上固定方向探知機で、一般船舶又は漁船が遭難や緊急時に発射する電波即ち500KHz及び2182KHzを主な対象とし、これらの電波の方位を2カ所以上の測定所で測定して遭難位置を確認し、救助活動を容易にさせるのを目的としたものである。又本機は一般船舶のみならず航空機の遭難位置及びこれらに使用される救命ボートやラジオブイなどの方位も測定出来るようになっていた。

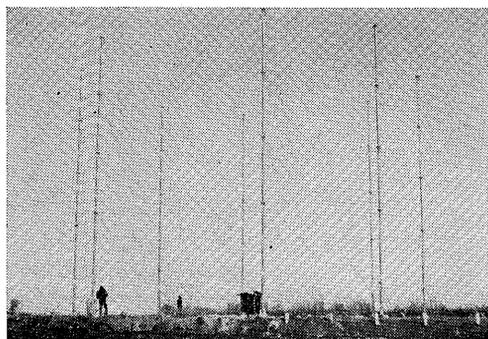
本機は方位受信局と方位測定局に大別され、方位受信局は空中線部とゴニオメータ部及び受信機などによって構成され、方位測定に必要な方位信号及び音声信号などをVHF又は専用有線回線を用いて方位測定局に伝送し方位を測定するもので、測定に必要な操作は全て方位測定局より操作出来る。従って方位受信局は完全に無人化(無人局)され、方位測定局(有人局)は既設の通信所内に設置して使用する。

海上保安庁においてこの方式は実用化され現在全国22カ所にて運用中で、日本では500KHz, 2091KHz, 2182KHzの3波が対象であるが特に2091KHzは遭難用ラジオブイの周波数であるためその活躍が期待される(日本では20トン以上の漁船及び5トン以上の客船はすべて遭



専用有線5回線
約10km ~ 100km以上

第 11 図



第 12 図

難用ラジオブイの搭載を義務づけられている。

3-2 主な特長

イ. 空中線系及び無人局を50km以上離して設置出来るため、海岸等近くの電波の減衰や擾乱の少ない絶好の場所を選定出来る。

ロ. 空中線部(第12図参照)は高さ15m, 間隔30mの8素子U型アドコックであるため高感度であり、空中線自体の理論誤差が小さい。

ハ. 国際法で定められた2182KHzの警報遭難信号に対する自動選択器及び500KHzのSOS信号に対するSOS選択器を有し、監視状態でこれらの信号を受信すると警報ブザーが鳴ると同時に、監視より方位測定に回路を切換え、テープレコーダを動作させて音声を録音することが出来る自動監視方式になっている。

3-3 主な仕様及び性能

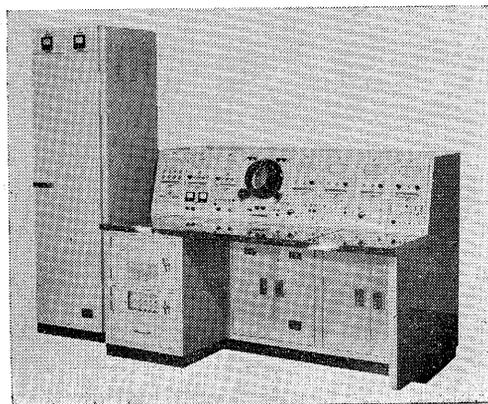
イ. ブラウン管式全自動直視型

ロ. 測定周波数 500KHz, 2182KHz その他特に指定された1波

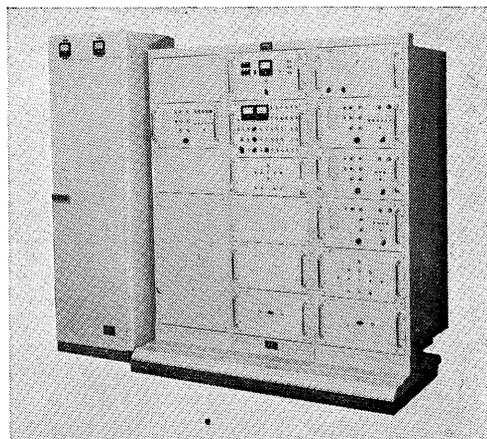
ハ. 電波型式
500KHz A_1, A_2
2182KHz A_3, A_{3J} 及び A_{3H}
指定波 A_1, A_2

ニ. 測定可能最小電界強度 $1\mu V/m$ 以下

ホ. 測定精度 $10\mu V/m$ で ± 1 度以内



第 13 図



第 14 図

ヘ. 測定帯域幅 500KHz 3KHz 及び 1HKz
2182KHz 3KHz
指定波 3KHz 及び 1KHz

第13図は有人局、第14図は無人局の夫々の装置を示す。

文 献

1. 難波, 塚田: 方向探知機, 昭10 共立出版
2. R. Keen: Wireless Direction Finding 4-th Ed. (1947) Iliffe & Sons.
3. 無線工学ハンドブック 昭39. 28-9~28 文献一覧 28-97 (11) より (25) まで
4. 伊藤, 後藤: 無線方位測定機, 昭32. コロナ社 巻末に文献一覧あり
5. KDD. 研究資料 第137号, 第236号 (1961) KDD研究所
6. W. M. Sheurnill and D. N. Trauers.: Single-channel Direction Finding in a Multicomponent Field P. 521 Janu 1962 IRE
7. D. L. Hills: The Michigan automatic Direction Findar 日本兵器工業会 vol. 39. No. 12 June 20, 64
8. John D. Brance: Error analyser of phased Array Direction Findar 日本兵器工業会 vol. 39 No. 14 July 20 '64
9. C. W. Mcleish and N. Burtuyk: The Application of the Interferometer to H. F. Direction-Finding IEE paper No. 3678E Sept. '61
10. C. W. Mcleish, N. Burtuyk and J. Wolfe: Interferometer direction finding for the h. f. band Proc. IEE vol. 110 No. 7 July '63
11. Elliott Chubb 他: Omnidirectional Instantaneous Direction Finding System IEEE Trans. vol. AES-3, No. 2 march '67
12. Herndon H Jenkins 他: Error Reduction in HF Loop DF System IEEE Trans vol. AES-5 No. 3 may '69

船舶用方向探知機について

*古野電気株式会社

蜂谷清悦

Direction Finders of Furuno Electric Co.

*Furuno Electric Co.

Seietsu HACHIYA

はじめに

現在船舶に広く利用されているレーダー、デッカ、ロラン等の数多くの電波航法機器に先がけて、1900年代初頭に開発されたものに船舶用方向探知機があるが、船舶の自動化と相まって電子工学を駆使し、かつてループアンテナを手動で回転する最小検波方式が用いられていた時代と比較して異常なまでの発展を遂げた。

船舶用方探は大は10万トンを越えるマンモスタンカ用から、小は数トンの漁船、或はレジャーボート用まで幅広い用途がある。これらの方探は相異なる位置から発信されるビーコン波を利用した自船の位置の決定と航路の確認により航行の安全性の強化の外、SOS等救難信号を受信してその発射方向を探知し遭難船を発見する等航法上重要な機能を果しており、また漁船の場合にはラジオブイを利用した漁場への直行、或は母船式漁業における母船の発射電波に従つての直行、帰投等、更にまた漁獲情報を受信し魚群存在海域へ接近する等と大いに活用されている。以下こういつた方探の特徴、具備すべき機能、更にまた誤差、装備の方法等について述べる。

1 船舶用方探として要求されること

(1) 測定感度及び精度が高いこと

これは方探の生命であり、性能の大半が決定される。電波法の検定規格に定められている感度と精度を数字によつて示すと、感度においては電波型式A₁、A₂、受信周波数285~535kHzの範囲で電界強度50 μ V/mにおける最大感度方向の信号対雑音比が10dB以上であること。

また精度に関しては1mV/mの電界強度の地表波における誤差が $\pm 1^\circ$ 以内であること。

(2) 耐候性

船舶の航行海域は極付近から赤道付近へと殆んど地球全域に亘っている。従つて船舶用方探としては、少なくとも温度変化 $-10^\circ\text{C}\sim 50^\circ\text{C}$ 、湿度(例えば 35°C において)90%以上に対して性能が保障されていること。

(3) 小型、軽量で取り扱いが簡単であること

陸上用方探と異なり、非常に狭い場所に設置される場合が多く、従つて小型で軽いことが要求され、更に使用方法が複雑であると取り扱いの間違いによつて感度、精度の低下と等価的な現象を起こすので、取り扱いが容易であることが重要である。

(4) 耐振性

船舶の振動は、それ自体の振動波濤から受ける振動等があり相当強度であるからこういつた振動によつて支障を来すことなく安定した動作が要求される。

(5) 消費電力が小さいこと

方探は他の数多くの電子装置と同時に使用することが多く、特に船舶においては自動化に伴い使用電力が増加する傾向にあり、できるだけ電力消費の小さいことが要求される。

その他にも船舶用方探として必要なことがあるが、主なものとしては以上述べたようなことが要求されている。

2 船舶用方探の特徴

船舶方探として代表的なサーボゴニオ式方探と、ブラ

*西宮市芦原町85

85, Ashihara-machi, Nishinomiya-shi, Japan

ウン管直視式方探についてその特徴、相違点等を述べる。

2.1 サーボゴニオ式方探

本方式は、ゴニオメータのサーチコイル出力を低周波で平衡変調を行ないサーボモータを回転させる。サーボモータはサーチコイル出力が0すなわち消音点に達したとき停止するからモータの軸に指示計を直結させ、電波の到来方向を測定するもので、指示は単方向であるからセンス決定の操作は不必要だが測定速度はサーボモータの慣性等から余り大きくすることはできない。また本方式の測定精度は次式で与えられる。

$$\Delta\theta \cong \frac{3.62}{(V_0/V_N)(\tau_m B)^{\frac{1}{2}}} \text{(度)} \dots\dots\dots(1)$$

V_0 : 最大感度方向におけるループ信出力電圧

V_N : 通過帯域内雑音電圧

B : 受信機の通過帯域幅

τ_m : 指示針の応動時間

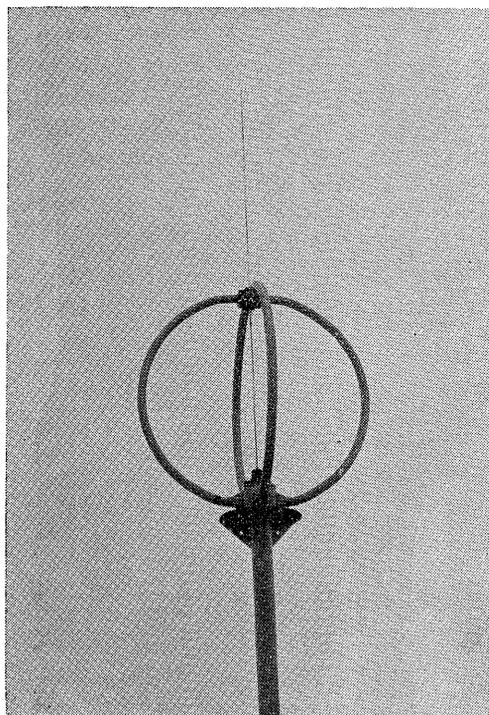
今、 $V_0/V_N=6\text{dB}$, $B=2.5\text{kHz}$, $\tau_m=0.1$ 秒とすれば、 $\Delta\theta$ は 1.2° となる。従つて、 1.2° の誤差を許すとしても、測定速度は高々0.1秒であるから、これ以下の時定数を持つ断続波の受信に対しては不安定になる。

2.2 ブラウン管直視式方探

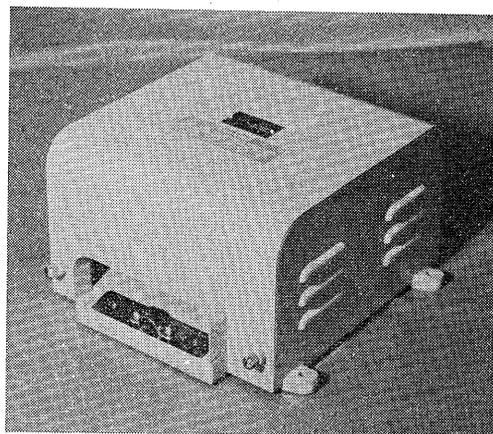
入力信号を直交ループアンテナで受けその出力をゴニオメータで回転、変調信号に変え、更にその信号によってブラウン管回路における偏向出力の振幅を変調しブラウン管上にプロペラ図形を描かせ、垂直アンテナ入力を重畳してカージオイド特性像を作り、ブラウン管の周囲につけた角度目盛り方位を測定する。本式の測定速度について述べると、誤差を ϵ 、通過帯域幅を B とすれば、ゴニオメータの回転周波数 f_M は次式で与えられるから

$$f_M \cong \frac{\pi B}{360} \epsilon \text{(度)} \dots\dots\dots(2)$$

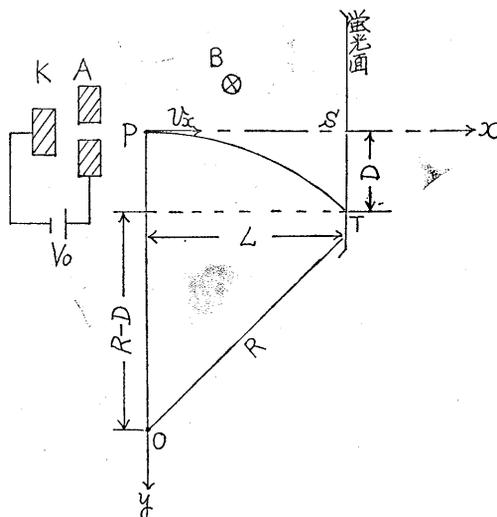
B を 2.5kHz として、 $\pm 1^\circ$ の誤差を許容するならば、 $f_M=40$ 回/秒となり 25ms 以上の時定数で変化する信号の方位を決定することができる。



第1図 ループアンテナ外観図



第2図 ゴニオメータ外観図



第3図 外部磁界による偏向ずれ

次に本方式にはブラウン管の周波にとりつけた偏向コイルによつて行なう電磁偏向方式と、管内に置いた2対の偏向板による偏向方式とがあるが、地磁気等の外部磁界から受ける偏向への影響の度合について考えてみる。図中では省略されている偏向コイルまたは偏向板によつて偏向された電子は、螢光面上Sに到達するが、外部磁束密度Bによつて更に偏向を受けDだけの偏向ずれを受けたとすれば、次式のようになる。

$$D = \left(\frac{2m}{e}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot \frac{V_0^{\frac{1}{2}}}{B} - \left(\frac{2mV_0/e}{B} - L^2\right)^{\frac{1}{2}} \dots (3)$$

ここで V_0 は加速電圧、 e 、 m はそれぞれ電子の電荷と質量である。従つて外部磁界の変化に対する偏向ずれの変化は(3)式より、

$$\Delta D = \left[\frac{2mV_0/e}{B^3 \left(\frac{2mV_0/e}{B} - L^2\right)} - \frac{(2mV_0/e)^{\frac{1}{2}}}{B^2} \right] \Delta B \quad (4)$$

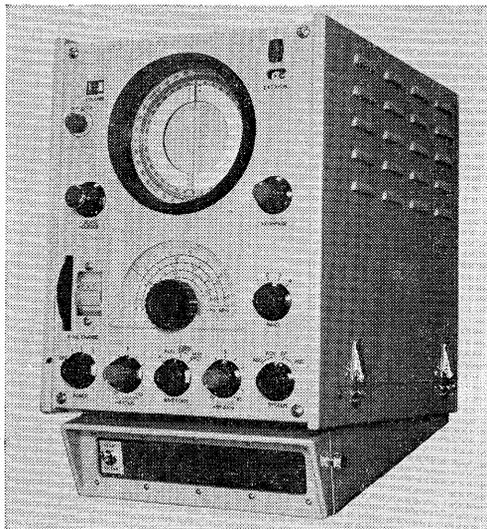
となる。更に $1 \gg B^2 L^2 / (2mL_0/e)$ が成り立つから(4)式は次のように簡単に行なうことができる。

$$\Delta D \approx \frac{L^2}{2(2mV_0/e)^{\frac{1}{2}}} \Delta B \dots \dots \dots (5)$$

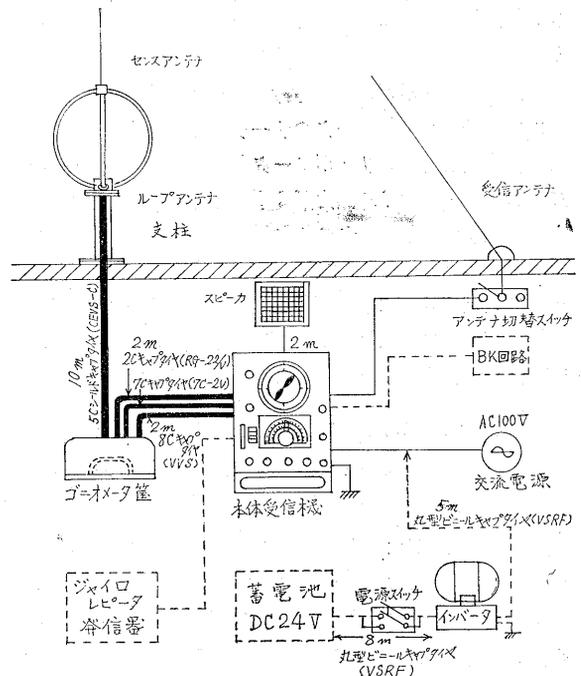
今 V_0 を 1 kV、 ΔB 地磁気 (大体 0.5×10^{-4} wb/m) の 10% 変動分とすれば電磁偏向型 1M696/B1 で 0.54mm 程度であるが、静電偏向型 3K P1 では 1.5mm の偏向ずれを起すことになる。従つて静電偏向方式を採用する場合は十分電磁シールドして用いなければならない。

3 船舶用方探の実例

当社の製造している中短波帯方探と 27MHz 方探の代



第4図 受信部 外観図



第5図 相互連絡図

表的機種資料により船舶用方探の実例を述べる。

3.1 中短波方探の実例

3.1.1 設計の目標

本機は中短波方探として装備する船舶の多様性による機能上の要求を十分満足するよう次の諸点を目標に設計した。

- (1) 漁船等に装備した場合作業上の能率を上げるため自動センス回路を内蔵すること。
- (2) $\pm 20\%$ の電圧の激変に対しても十分安定した動作を行なわしめる定電圧回路の設計。
- (3) 等価雑音を全受信周波数に亘つて -10 dB 吸以下に抑えて感度を上げる。
- (4) 近接地より電波受信に対して、入力信号を十分制御しシャープなプロペラ映像をブラウン管上に描かせ測定精度を高くする。

3.1.2 技術的な問題点

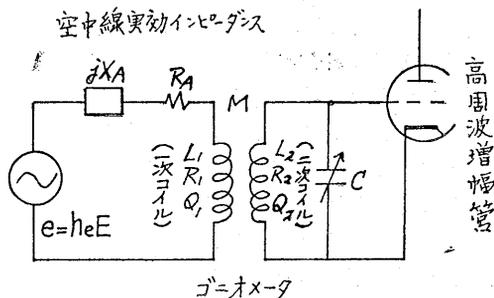
中短波方探の問題点を主として空中線伝送系を装備の問題と関連づけ、更に受信機における感度について述べる。

(1) 空中線伝送系

空中線系で必要となるのは空中線入力損失を損失しないで受信機の入力回路に伝送することで、指向空中線の S/N を上げることによつて大きくとること、また第7図に示した等価回路から分るようにゴニオメータの1次コイル

第1表 中短波方探の規格表

指示方式	ブラウン管全方向自動直視式
受信方式	スーパーヘテロダイン方式
受信周波数範囲	第1バンド200kHz~530kHz 第2バンド530kHz~1400kHz 第3バンド1.4MHz~3.3MHz 第4バンド3.3MHz~9MHz
受信電波型式	A ₁ A ₂ A ₃ A ₃ J A ₃ H
総合選択度	6dB減衰にて2kHz以上 66dB減衰にて13kHz以下
総合増幅度	130dB
信号対イメージ比	410kHzにて50dB以上
測定可能最小電界強度	410kHzにて10 μ V/m以下
測定精度	1°以内のときの電界強度 410kHzにおいて1mV/m
中間周波数	175kHz
音声出力	無歪最大出力3W以上
電源	AC80~110V, 50~60Hz
消費電力	AC100V 60Hzにて90VA (インバーター使用の場合 DC 24V 8A)
スポット受信	HC-/U型水晶片23波組込, 1波外部端子
スピーカー	16cm円形スピーカー外付
誤差修正角度	2MHzにて修正可能角度 0°~15°
ジャイロレピーター	要求により組み込み可能
ブラウン管	M6961 B1
真空管	6BA6 \times 1 6BE6 \times 1 6U8 \times 1
半導体	2SC372GB 2SC780G \times 10 2SC627 \times 4 2SC520A \times 3 2SC489Y \times 2 1S180 \times 7 1N34A \times 7 10D10 \times 4 HG-3/1 \times 2 1S135 \times 2 1S48 \times 1 M-604B \times 1 D33A \times 2 D-21A \times 1

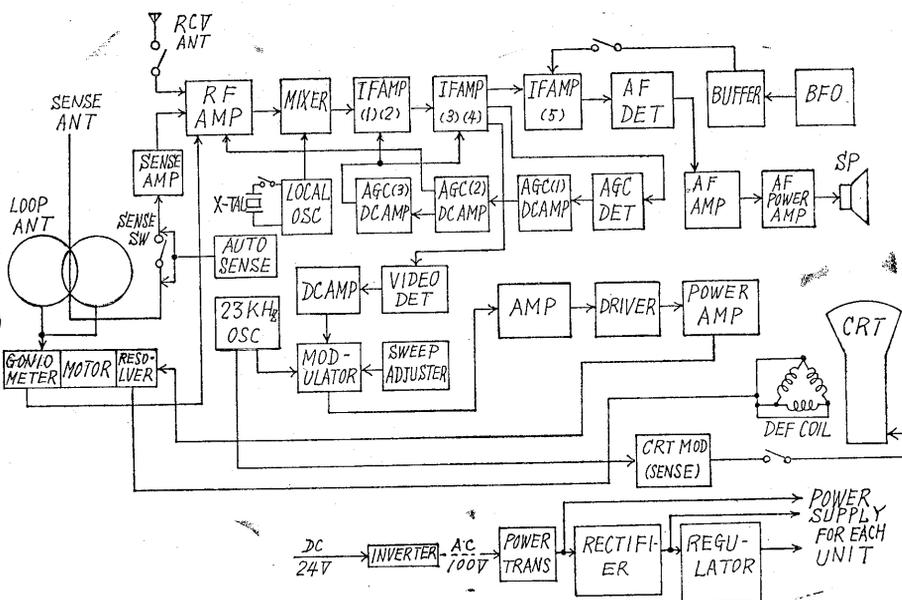


第7図 空中線入力等価回路

と2次コイルの結合係数及び各コイルの無負荷選択度を大きくとつて伝送能率を上げることが必要である。更にゴニオメータが受信機の近くにあるので、線路による損失はそのまま感度の低下になるし、指向空中線回路と垂直空中線回路との位相のずれから生じるセンスの反転に対しても、線路長をできるだけ短くしなければ、低い周波数でも反転することになる。なお受信周波数が高い27MHz方探等の場合には特に線路損失が大きくなるので、整合を十分とること、またプリアンプの必要性がでてくるが、中短波方探では周波数が低いのでプリアンプまでは必要としない。

(2) 高周波増幅器の感度について

一般に中短波方探では最大同調容量として400PF前後のパリコンを用いるので同調インダクタンスもほぼ定つ



第6図 系 統 図

ている。勿論これらの無負荷 Q はできるだけ大きいものに選定されるべきであるが、これらの定数を用いた負荷時の Q における同調インピーダンスは伝送系に整合をとった状態で、およそ3MHz以下では数10k Ω のオーダーになる。この同調インピーダンスの値に対して、 NF を1dB以下に抑えることを目標にすれば初段以降の増幅度の配分を十分考慮に入れて設計することを条件にして $R_{0p}=3.26k\Omega$ の6BA6を用いることができる。前述の当社製中短波方探について実測した結果を第2表にて示す。従つてこの値を用いれば等価雑音電圧は全周波数に亘つて-10dB以下になる。

第2表 増幅器のNF

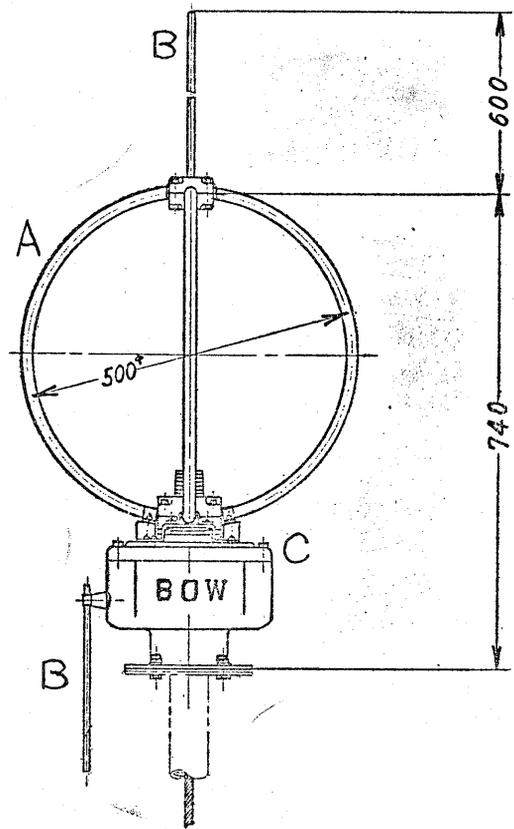
周波数 (kHz)	ノイズフィギュア (dB)
200	0.62
300	0.57
400	0.41
500	0.89
700	0.86
1000	0.85
1400	1.06
2000	1.04
3000	0.86

3.2 27MHz 帯方探

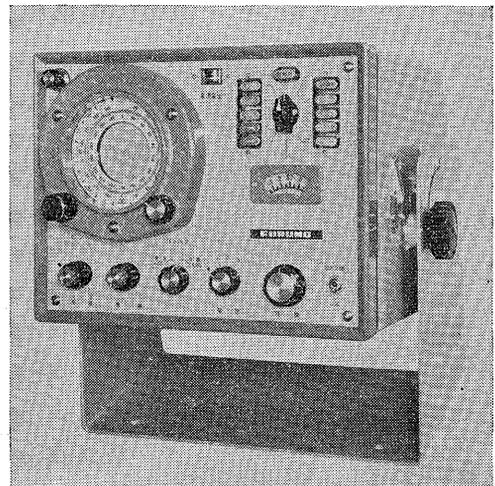
本機は最近各方面で広く利用されている27MHz帯の電波の方位を測定したいとの要望に応じて設計したものである。設計に当つてはこの電波が特に小型漁船で多く使用されている点と、出力も数Wまでのものが大部分を占めている点を考慮して操作及び装備のしやすさと感度を主眼に設計した。なおこのように周波数の高い電波の方位測定では装備と方位誤差のところで少し詳しく述べるように、測定機そのものの性能とは別に、測定には不都合な電波の反射との屈折伝播あるいは船体及び船上の障害物による擾乱が顕著になるため電波伝播及びアンテナの周囲条件によつて測定機の実用上の性能が大きく左右されるから装備には十分注意を払わなければならない。

3.2.1 本機の特徴

- (1) 小型軽量かつ消費電力が小さい。
- (2) アンテナ部と指示部間とのケーブルは55mまで延長しても性能は低下しない。
- (3) ICをはじめとする半導体素子を多量に使用して信頼性を高めている。
- (4) 受信部内は保守点検が容易に行なえるように各ユニットの配置と取付けに工夫をしてある。



第8図 ループアンテナ外観図



第9図 受信部外観図

- (5) A1, A2, A3, A3J, A3Hの受信が可能である。
- (6) 自動感度調整回路がついている。
- (7) 直交ループアンテナはゴニオ内蔵型である。

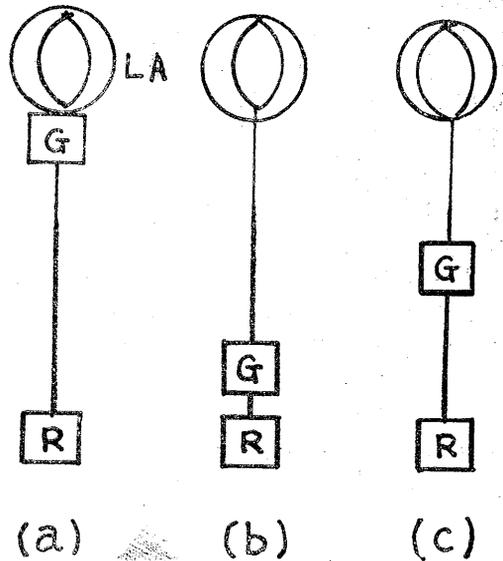
第3表 27MHz 方探規格表

指示方式	ブラウン管全方向自動直視式
受信方式	ダブルスーパーヘテロダイン方式
受信周波数範囲	26.4~28.6MHz
受信電波型式	A1, A2, A3J, A3H
総合選択度	6dB減衰全帯域幅5kHz以上 66dB減衰全帯域幅12kHz以下
総合増幅度	130dB以上
信号対イメージ比	27MHzにて60dB以上
測定可能最小電界強度	受信 $1\mu\text{V}/\text{m}$, 方探 $2\mu\text{V}/\text{m}$, $S/N=6\text{dB}$
中間周波数	第1=3.3MHz, 第2=2,845MHz
周波数安定度	-10~50°Cにてスポット受信 $\pm 1 \times 10^{-5}$ 以内, 自動受信 $\pm 3 \times 10^{-4}$ 以内
スポット受信	HC-6/U型水晶片, 10波組込, 1波外部端子
無歪音声最大出力	2.5W以上
電源	AC90~110V, 50~60Hz
消費電力	AC100, 60Hzにて45VA
アンテナ	ゴニオ内蔵型直交ループアンテナ 500M/Mφ
ブラウン管	2BP1
真空管	6R-HH8×3, 6U8×1
トランジスタ	2SC372G×15, 2SD146×3
ダイオード	1S180×7, 1S48×2, 1N34A×6 10D10×2, SF-1×2
集積回路	SI-3121A×1

特徴を述べる。なお全回路の内で高周波増幅部を除いては総てトランジスタ化し、定電圧電源回路はI・Cを用いている。

(1) アンテナ系

方探の性能を最も左右するのはアンテナ系であり、アンテナからゴニオメータ出力までの整合をいかに有利にとるかによつて性能の半分以上が決まってしまう。この系は直交ループアンテナ、センスアンテナ及びゴニオメータ等で構成されており、直交ループアンテナとゴニオメータの相互配置関係によつて第11図のa~cに示す3

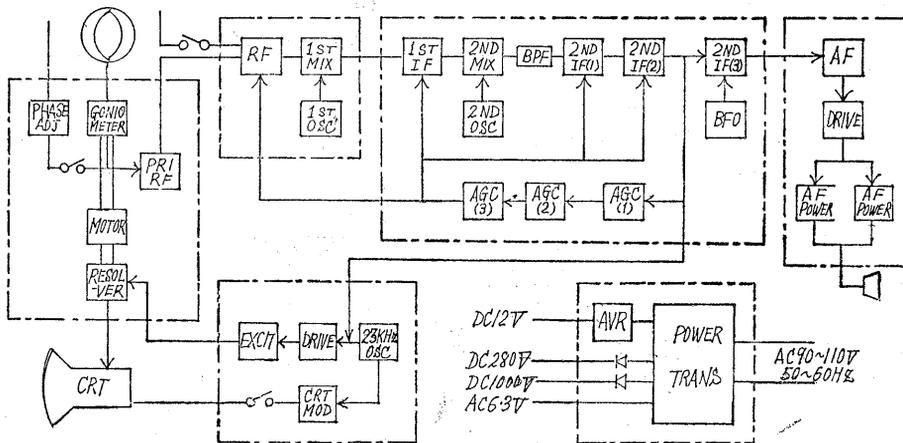


第11図

LA 直交ループアンテナ
G ゴニオメータ
R 指示部 (受信機)

3.2.2 回路

本機の回路系統は第10図に示した通り、回路の機能上6ユニットに分けられるが、ここではアンテナ系の受信機系について各ユニットに触れながら設計の主眼並びに



第10図 系 統 図

通りの方式が考えられる。(1)aのようにゴニオメータを直交ループに直結する方式はアンテナとゴニオメータの整合がとり易く、ゴニオメータ出力は一段増幅し指示部に伝送することにより、伝送線路でのS/Nの低下を補償できるので伝送線路を延長してもS/Nの低下が少ない。しかしゴニオメータ及び増幅器をアンテナ付近に置かなければならぬので、耐振、耐候性の要求が厳しくなる。(2)bの方式ではゴニオメータを指示部の近くに置くので伝送線路の損失がそのままS/Nの低下となるから伝送線路は余り長くできない。しかしアンテナ部の構造が簡単であるので、耐振、耐候の要求も緩和され、保守も容易になる。(3)その他としてCのようなゴニオメータをアンテナ部と指示部との中間付近に設置する方式があるが、(1)または(2)の短所に対する補助手段として用いられる程度であつて一般的ではない。以上述べたようにいずれの方式もそれぞれ一長一短を持つているが、本機ではループアンテナの装備場所が船首マストの上になることを考慮して伝送線路の長さによつてS/Nが余り影響を受けないaの方式を採用している。耐振、耐候性については部品の信頼性と生産技術の進歩著しい今日では問題ない。アンテナ部の外観は第8図に示すように、直交ループアンテナA、センスアンテナB及びゴニオメータとプリアンプを納めた筐体Cとで構成されている。ゴニオメータ出力は可変容量ダイオードを指示部で制御して同調をとりセンスアンテナ入力を電磁結合させている。プリアンプは6R-HH8のカソード接続アンプを使用し、伝送線路での損失によるS/Nの低下を補償するために約6dBの利得を持たせている。出力インピーダンスは不平衡型75Ωである。アンテナ部と指示部間を連絡するケーブルは工事のしやすさと事故防止のため高周波伝送用同軸ケーブルを含めた全ての線をひとまとめにしたケーブル1本のみにしている。

(2) 受信機系

高周波増幅もプリアンプと同じく6R-HH8のカソード接続アンプを使用している。この球はセミリモートカットオフ特性を有しているのでAGCを加えた場合比較的大きな入力信号でも混変調歪が少ない増幅ができる利点がある。また等価雑音抵抗180Ω、相互コンダクタンス16mΩと非常に優れた特性を持ち、この値にて等価雑音帯域幅を5kHzに設計するとグリッドに換算した等価雑音電圧は-18dBになる。第1混合管にもこの球を使用して等価雑音電圧-5dB、変換利得5dBを得ている。高周波増幅回路の最大利得は20dBで、約16dBの利得制御を行なつているが、利得制御特性については、できるだけ広範囲の電界強度に亘つて高いS/Nで動作させるため総合利得に対する高周波利得の割合を常に高くする

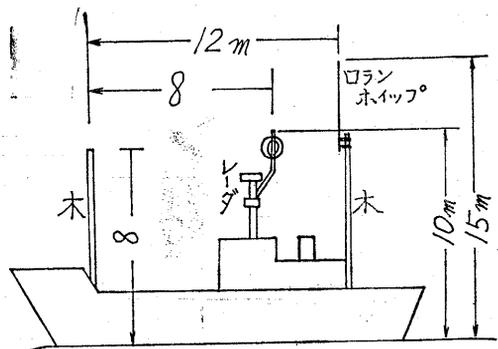
ように設計している。第1中間周波以降の諸要求はトランジスタで十分満足されるので全回路にトランジスタを用いている。第1、第2中間周波増幅の設計に当つては、入出力直線性と利得制御特性に主眼をおいた。(1)直線性はプロベラ映像の品位に直線関係し、また局部発振周波数を f_0 、中間周波数を f_i とすれば、スプリアス周波数は f_s 次式で与えられる。

$$f_s = f_0 + f_i/n \quad (n: \text{整数}) \dots\dots\dots(6)$$

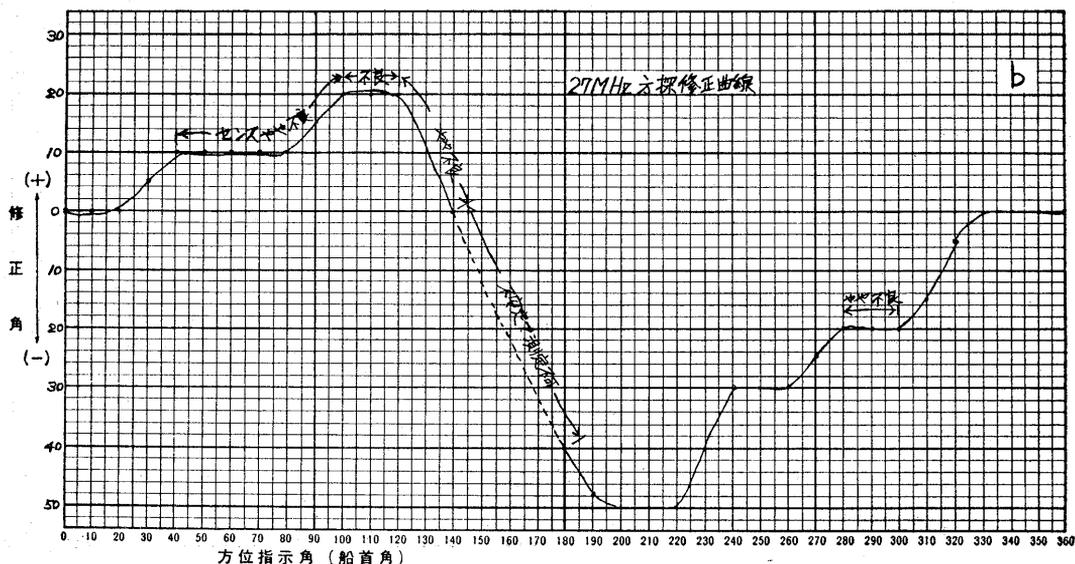
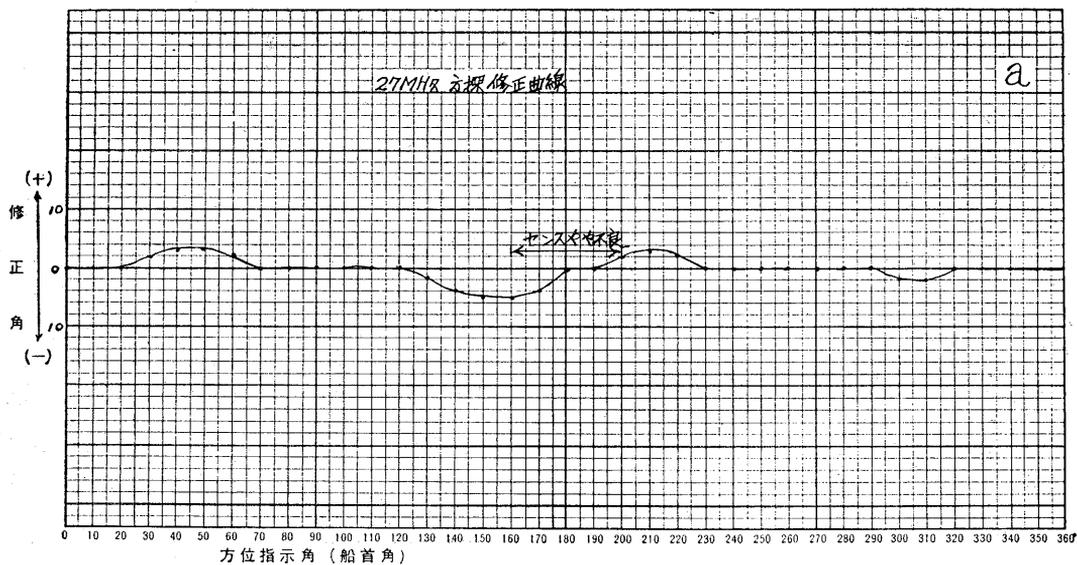
従つて直線性はスプリアス感度に影響を与える。その他AGC特性、方位誤差等に大きく影響する。なお局部発振の歪がひどい場合には一層複雑になる。(2)利得制御特性については高周波増幅のところでも触れたが、高周波利得が十分高くなつてから利得が上りはじめ総合利得特性としては直線的に変化するよう設定してある。制御量については、漁船団の夜間操業等の場合船間距離が非常に短かく電界強度も100dBを越えろと考えなければならないからそれ相当の量が必要となつてくる。本機においては第1、第2混合を除く4段で行なつているが、この4段で100dBの制御を行なつた場合、低利得領域ではトランジスタはCクラス動作として使用せざるを得ないのでこれを避けるため、ダイオードアッテネータで制御を行ない不足分を補つている。ダイオード1段当りの制御量は10~20dBであり、飽和時の損失は1dB以下である。最後に偏向増幅部について少しふれておく。偏向部では偏向感度とプロベラ波形の品位とは互いに相反する関係にあるので両者の妥協点を見出すことが問題となるが、本機では補助検波回路を設けて解決している。

3.3 方探の誤差と装備

方探の誤差には船体にあるマスト支線、レーダ、ローラン、SSB送受信機、テレビ等のアンテナ類が共振物体として働く場合に生じる誤差とか、船体誤差といつて船体自身が大きな電波擾乱物体として作用するために生じる誤差等があるが、装備する場合に、(1)ループアンテナ

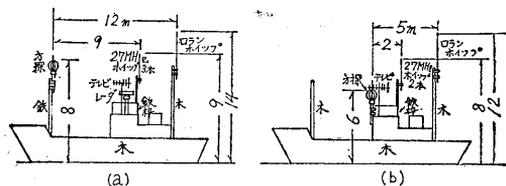


第12図 装備状況と誤差修正曲線

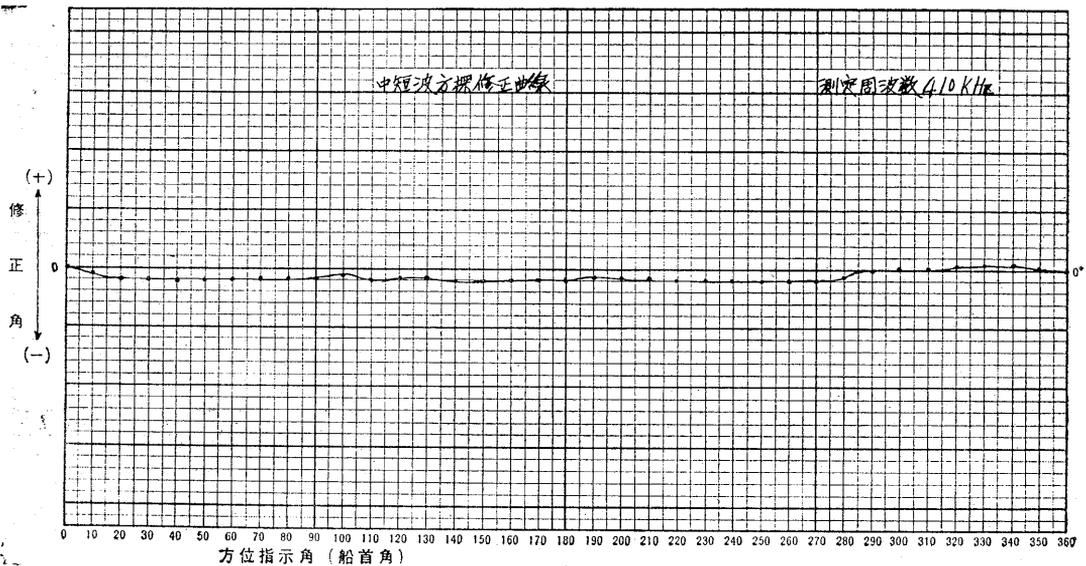
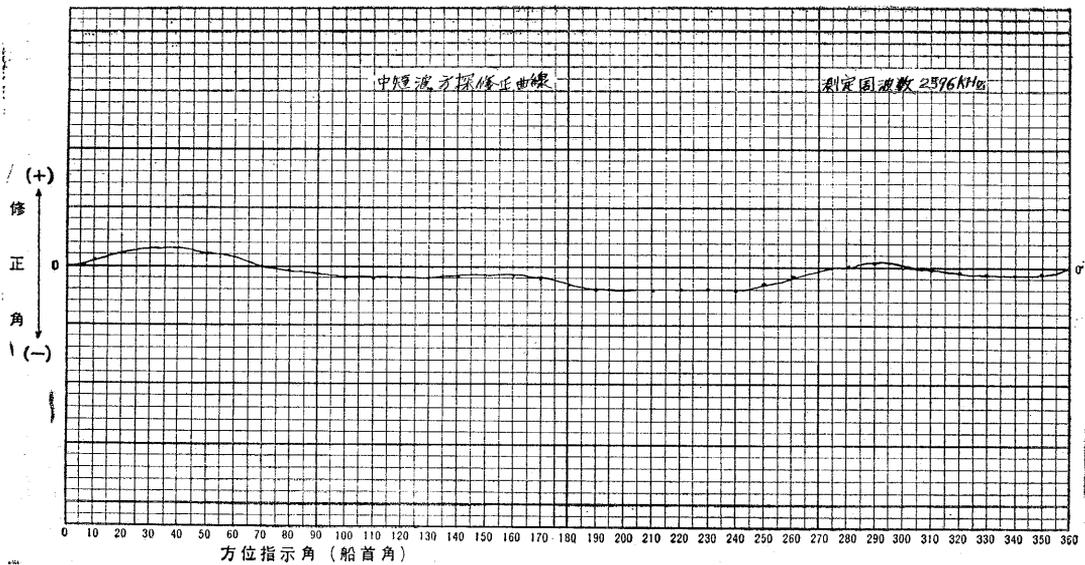


をできるだけ高い位置に取り付ける。(2)キールライン上に取り付ける。(3)ワイヤーロープアンテナ類からループアンテナを1.5m以上離して取りつける。等の点に注意する必要がある。装備の実例を上げる。先ず中短波方探の場合は、第12図に示すようにループ空中線はいずれもブリッジの上で、しかもレーダや主アンテナより可成り高い位置に取りつけているので、受信周波数が高くなつてもセンスは反転しないし方位誤差も余りない。一方27MHz方探の場合で空中線の周波条件によつて様子の変わる装備状況を第13回に示す。測定はいずれも港外にて発振艇を用いて行なつたものである。bの場合には船尾

方向からの電波に対しホイップアンテナ、鉄柵等が共振を起こしているため指向性を失ひプロベラ像は140°付近で一旦停止し180°付近で急に正常に戻る。このような場合は他のアンテナを接地したり浮かせたりすることによ



第13図 装備状況と誤差修正曲線



り共振が止ることもあるが、このように木造船の場合は元々接地ができていないから影響が少なく、共振物体を他の適当な場所に移動する以外対策はない。以上は木造船の例であるが鉄船になるとブリッジやマスト等の影響が加わってくるため誤差も増大し、センスの反転も著しくなってくる。

おわりに

紙面の都合で方探の概略を述べるだけに終ってしまったが、今後益々方探の重要性が認識されて行くだろう

し、技術もそれに応えるべく向上して行かなければならない。目下あらゆる技術を導入して性能の向上及び半導体による小型、軽量化更には装備技術の向上に努めている。

参考文献

- | | |
|-----------------------------|--------------|
| 1 無線方位測定機 | コロナ社 |
| 2 無線工学ハンドブック | オーム社 |
| 3 Cathode Ray Tube Displays | Mc Graw-Hill |

海外の方向探知機

*東京商船大学 庄司和民

D. F. in Foreign Countries

*Toko University of Mercantile Marine
Kazutami SHOJI

1. まえがき

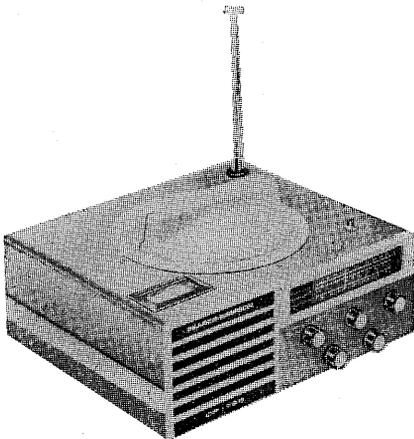
海外の商船用無線方位測定機について紹介するよう頼まれて、手許にある資料をまとめて見ましたのがこの文であります。もとより、全部の方位測定機を集めようと思つて蒐集した資料ではなく、ただ手に入った資料だけをたよりにしたものですので、他に大きな会社の製品が抜けているのではないかと案じて居ります。しかし、諸兄の親切な御助言を得ることによつて、完全なものとなればよいとここにまとめてみました。

2. 手動式方位測定機

(a) 簡易型方向探知機

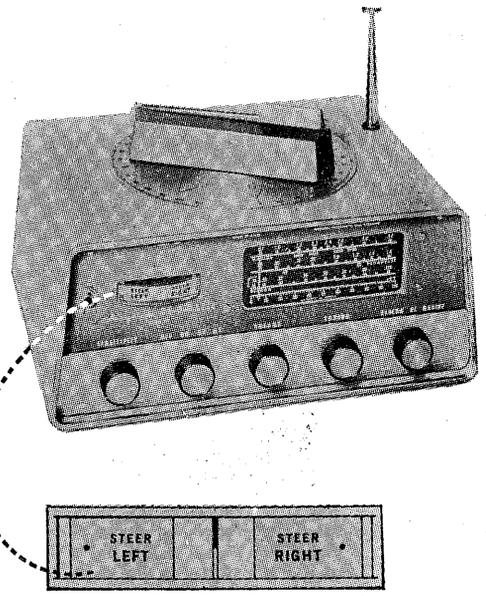
米国ではレジャーボートの流行にともなつて、簡易型の方位測定機が多く製造されている。

第1図は Pearce-Simpson 社¹⁾のDF765型簡易無線方位測定機であつて、上部の指向性アンテナを手で廻して測定する型である。



第1図

第2図は Airguide 社²⁾の簡易無線方位測定機であるが、操舵メータを備えて、ホーミングにも利用する



第2図

ことが出来るようにしている。

この他 Raytheon 社³⁾でも同じような形式の356A型を製造している。

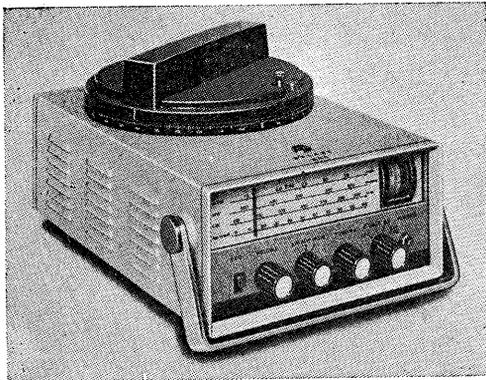
またこのような形式のものは、ドイツにもあつて、第3図は DEBEG 社⁴⁾で売出されている SOLENT という名称のものである。

(b) 手動回転ループアンテナ型方位測定機

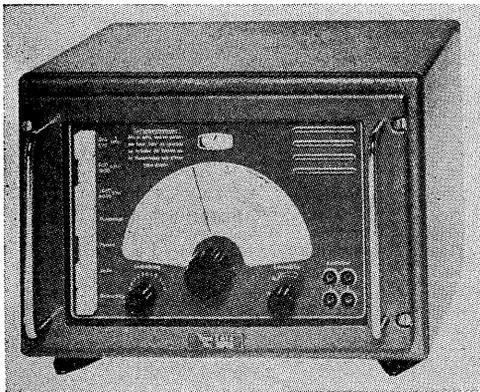
日本では殆んど見られなくなつたこの形式も、通常の受信機にループアンテナを附加するだけで、安価に精密に測定出来ることから案外製作されているようである。

第4図は DEBEG 社で売出しているE616型の無線方位測定機で、第5図はそのループアンテナを示す。

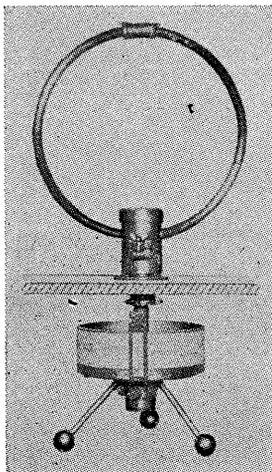
*東京都江東区越中島
Koto-ku, Tokyo, Japan



第 3 図



第 4 図



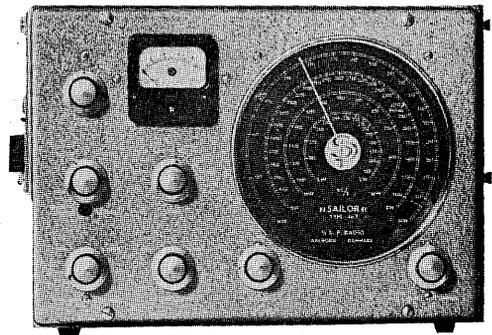
第 5 図

第 6 図は、デンマークの S. P. RADIO 社⁹⁾ の Sailor 46T 型の受信機で、第 7 図は 26H 型のループアンテナである。

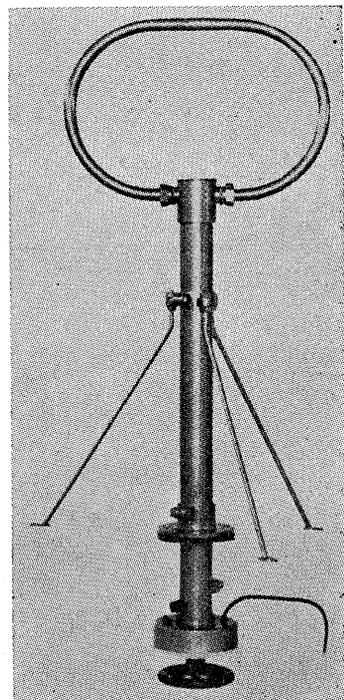
また第 8 図はこの会社で製造されているフェライト

アンテナで、この図のように磁気コンパスの上に取り付けたり、方位盤の上に置いたりして利用するようにしている。

第 9 図は英国マルコニー社⁹⁾ の手動式ループアンテナ型であり、第 10 図は受信機に附加する信号強度計 I162A 型である。



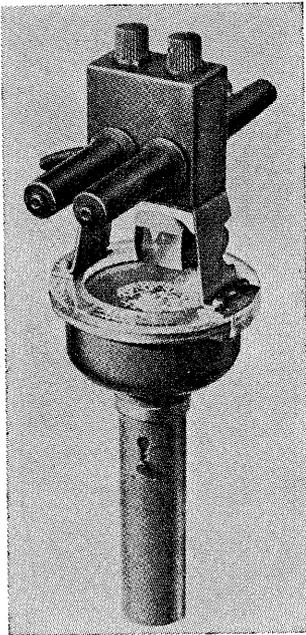
第 6 図



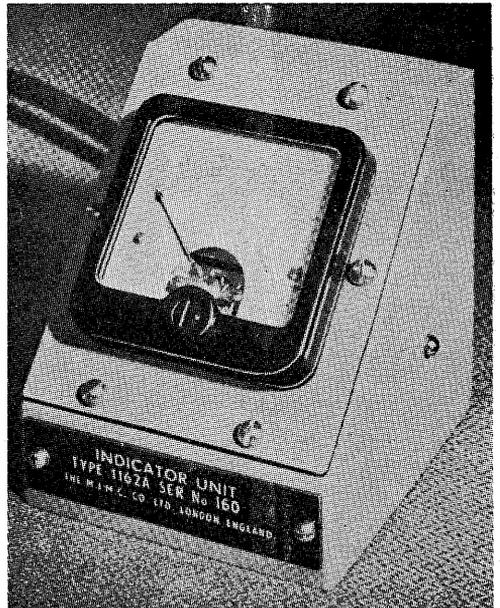
第 7 図

(c) 固定ループアンテナ手動測定型方位測定機

ループアンテナは固定（直交式）であるが、ゴニオのサーチコイルを手動で廻して最小感度点を見出そうとする型式には、RCA 社の AR8714 型や、MACKAY 社の 4004A 型がある。



第 8 図



第 10 図

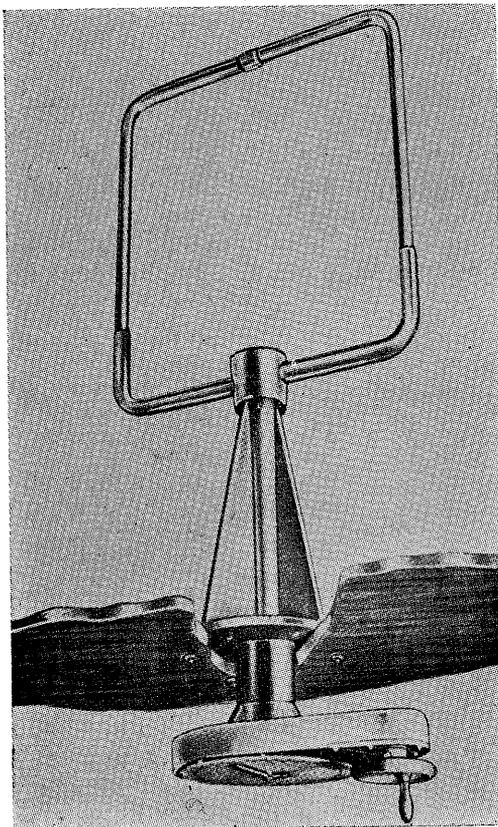
前者は聴音式であり、後者はブラウン管で最小振幅を見出す方式である。

3. 自動式無線方位測定機

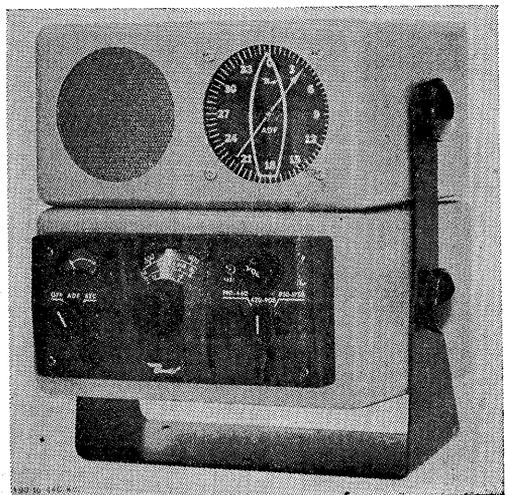
外国では一般に指針式の自動方探が多く使用されて居り、ブラウン管式は割合に少ないようである。

(a) 米 国

米国では Bendix 社⁷⁾ が光電製作所のブラウン管式自動方探を採用していることは周知のとおりであるが、この他に第11図のような ADF-201型という指針式も出している。



第 9 図

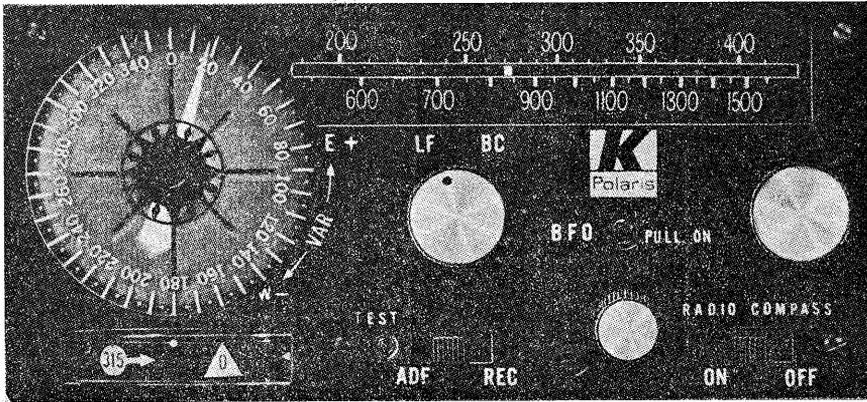


第 11 図

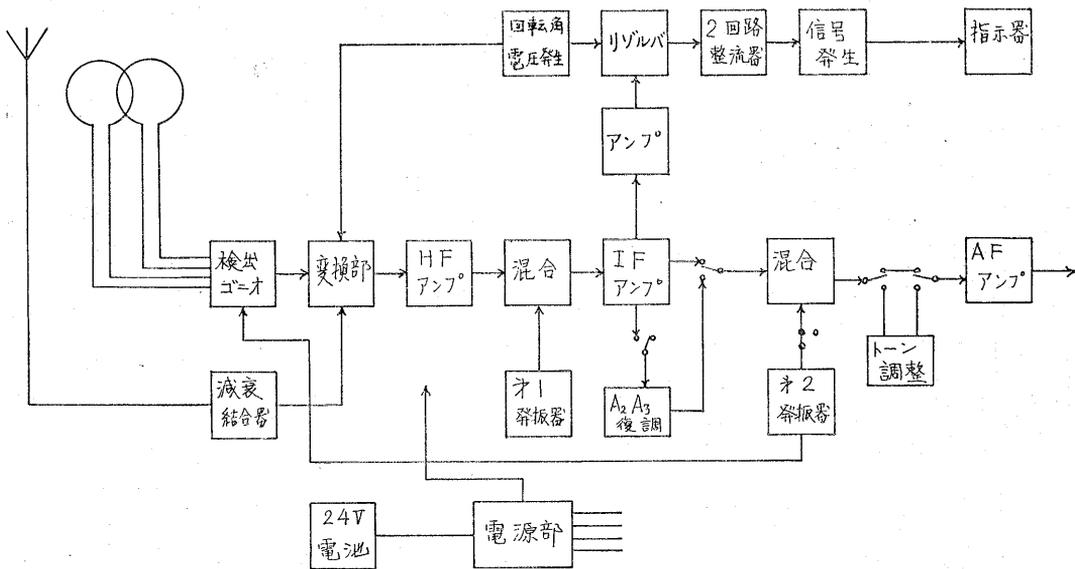
第12図はケットアビオニック社⁹⁾の Polaris-M 型受信機であり、横幅16.5cm、高さ7.5cmという小さな盤面で、この他にX型の角度計と組合せたり、2台の

受信機を置いたりして、小型船や漁船またはヨット等の船位決定用に利用しやすいようにしている。

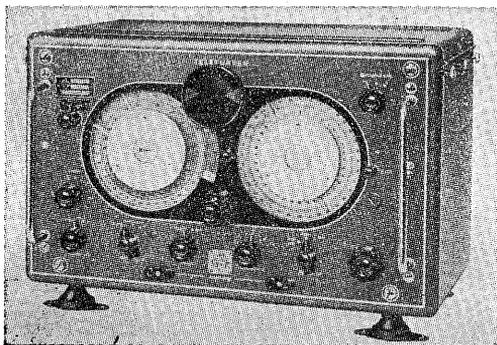
またレーセオン社でも Model 358A—ADF の指針



第 12 図



第 13 図



第 14 図

式自動方探を出している。

(b) ドイツ

テレフンケン社⁹⁾はテレゴン (TELEGON) シリーズとして、テレゴンII型、III型、V型等を造っている。第13図はテレゴンIII型のブロック図を示し、第14図はテレゴンIII型の受信機を示している。

プラート社¹⁰⁾でブラウン管式の自動方探を出している。周波数によって、SFP700型 SFP 4型、SFP 2000 F型等がある。SFP2000 F型はVHF方探で、118~136MHzのうちのある定った周波数を受信するようになって居り、SFP700型やSFP 4型では、放送波

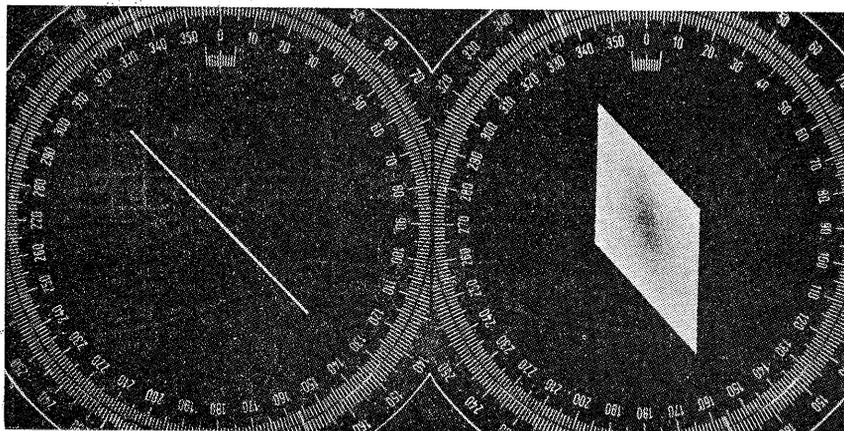
を除く長中波を受信するようになってい。例えば、

SFP 4/N型	240~535KHZ
SFP 4/NG型	240~53KHZ and 1.5~3.2KHZ
SFP 4/LNG型	70~140, 130~260, 250~530KHZ and 1.5~3.5MHZ
SFP 700/NG型	240~53KHZ and 1.5~3.2MHZ

SFP 700/LN型 110~242KHZ and 240~535HZ

のようである。

ブラウン管の指示は、局だけを受信した時は第15図のように一本の線で表わされるが、2局を同時に受信した場合は、第17図のような2方向からなる平行四辺形で表わされるようになってい。



第 15 図

- 1) Pearce-Simpson Inc. P. O. Box 800-Biscayne Annex, Miami, FLORIDA 33152 U. S. A.
- 2) Airguide Instrument Company 2210 Wabansia Avenue, Chicago, ILLINOIS 60647 U. S. A.
- 3) Raytheon Company-Marine Products 213 East Grand Avenue, South San Francisco, California 94080 U. S. A.
- 4) DEBEC Berlin-Charlottenburg 9, Rognitzstraße 8.
- 5) S. P. RADIO AALBORC, DENMARK
- 6) The Marconi International Marine Communica-

tion Company Ltd.

Marconi House, Strand, London W. C. England

- 7) Bendix-Marine Division
- 8) KEIT AVIONCS INC.
920 Santa Monica Blvd.,
Santa Monica, California
- 9) TELEFUNKEN
- 10) C. PLATH GMBH · NAUTISH-ELEKTRONISCHE TECHNIK 2 Hamburg 11. Hopfenmarkt 31. West Germany

事務局記事

Record

電波航法研究会・昭和43年度事業報告

* 電波航法研究会事務局

Record of the Work Carried Out by Japanese Committee for Radio
Aids to Navigation during Japanese Fiscal Year 1968

*Secretariat

1. Secretary Meeting

April 23, 1968: A secretary meeting was held at Senpaku-Shinko Building for the preparatory work of the 43rd Annual General Meeting scheduled for June 2. Mr. Sakuichi IWASA, Chief, secretariat of Suiyokai was appointed as chief accountancy, relieving Mr. KITADA.

3. Regular General Meeting

June 3, 1968: The 43rd annual General Meeting was held at the MSA's council hall. Reports on the activities and financing during fiscal 1967, and the work plan of the Committee during fiscal 1968 were explained respectively by the secretariat.

They were approved by the members as drafted.

As a result of the election hold afterwards to appoint new staff members, prof. Toshitada MATSU-YUKI of the Defence Academy was appointed Chairman again, Prof. Minoru OKADA and prof. Torao MOZAI were also re-appointed Vice-Chairmen.

The election was followed by a lecture by Mr. Kenjiro AZUMI, Chief of the Electronic Navigation Laboratory on the subject:

"Recent Study Situation at the Electronic Navigation Laboratory".

4. 1st Research Meeting

September 25, 1968: A research meeting was held at the memorial hall of the Tokyo University of Mercantile Marine.

Lectures were given by Mr. Mikio SAKURAGI

of the Institute for Sea Training, Ministry of Transport, on the subject of "Computer Application to Navigation Use", and by prof. Kazutami SHOJI of the Tokyo University of Mercantile Marine on the Subject: "Relationship between Radar Reflection and Distance".

5. 2nd Research Meeting

November 28, 1968: A research meeting was held at the memorial hall of the Tokyo University of Mercantile Marine.

Mr. Takeshi MARUKAWA of the Defence Academy gave a lecture about "Method to Measure Ship Speed by Using Marine Radar". Prof. Torao. MOZAI of the Tokyo University of Mercantile Marine reported on "Participation in a Radar Dispute of International Marine Court of Inquiry"

6. 3rd Research Meeting and Annual Inspection Trip

December 16, 1968: A research meeting was held at the council hall of the Electronic Navigation Laboratory, Mitaka, Tokyo. Mr. Kiyoshi ANDO gave a lecture on the subject of "Decca Position Finding by UTM method".

This was followed by another lecture by Dr. Kiyoshi MORITA, OKI Denki Co., and Mr. Koichi KIMURA, Electronic Navigation Laboratory, on the Subject: "A Report of United Nations Conference on the Exploration and peaceful Uses of Outer Space".

After the meeting, the members inspected the facilities of the Electronic Navigation Laboratory as

their annual inspection.

7. Secretary Meeting

March 25, 1969: A planning secretary meeting was held to discuss the proposed incorporating of the Committee, and the members agreed to take a wait-and-see attitude forward it the time being.

8. No. 9 Bulletin

May 31, 1968: The bulletin of the Committee, "The Electronic Navigation Review, No. 9" was published.

1. 昭和43年4月23日, 定期総会準備のため, 幹事会が船舶振興ビルで開催され, 各案件についてそれぞれ審議が行われ, 了承された。
2. 北田会計幹事の辞任に伴ない, 新会計幹事として水洋会事務局長, 岩佐作氏が就任した。
3. 昭和43年6月3日, 昭和43年度定期総会が海上保安庁会議室で開催され, 昭和42年度会計報告ならびに事業報告および昭和43年度事業報告ならびに予算案がそれぞれ審議され, 可決された。
その後, 役員改選を行ない, 会長に松行氏, 副会長に岡田・茂在両氏がそれぞれ再選された。さらに, 「電子航法研究所の研究の現況について」と題して電子航法研究所長, 安積健次郎氏の講演が行なわれた。
4. 昭和43年度第1回研究会が9月25日, 東京商船大学

記念会館で行なわれ, 航海訓練所。桜木幹夫氏により「航法への電子計算機の利用について」が, さらに東京商船大学, 庄司和民氏の「レーダによる物標の反射強度と距離の関係について」の講演があつた。

5. 昭和43年度, 第2回研究会が11月28日東京商船大学, 記念会館において開催され, 「船舶用レーダによる船舶の速度測定的方式」について防衛大学校・丸川武志氏が, 「国際海難審判におけるレーダ論争に参与して」と題して, 東京商船大学茂在寅男氏が講演を行なつた。
6. 昭和43年度(43.12.16), 見学会が第3回研究会を兼ねて, 三鷹市の電子航法研究所で開催され, 海上保安庁。安藤清氏から「UTM法によるデッキの新使用方法」および沖電気K.K. 森田清氏, 電子航法研究所木村小一氏から「ウイーンにおける宇宙空間平和利用国連会議に出席して」の発表があり, 発表終了後2班に分れて電子航法研究所の見学を行なつた。
7. 昭和44年3月25日, 企画幹事会を開催し, 現在まで進めて来た法人化については, 当分現状のままで静観することになった。萩野企画幹事の転出による欠員は, 次回総会まで, 海保より1名出すこと。会計は商船大学に依頼することとなつた。
8. 43.5.31機関誌「電波航法」No.9が刊行された。

電波航法

ELECTRONIC NAVIGATION REVIEW

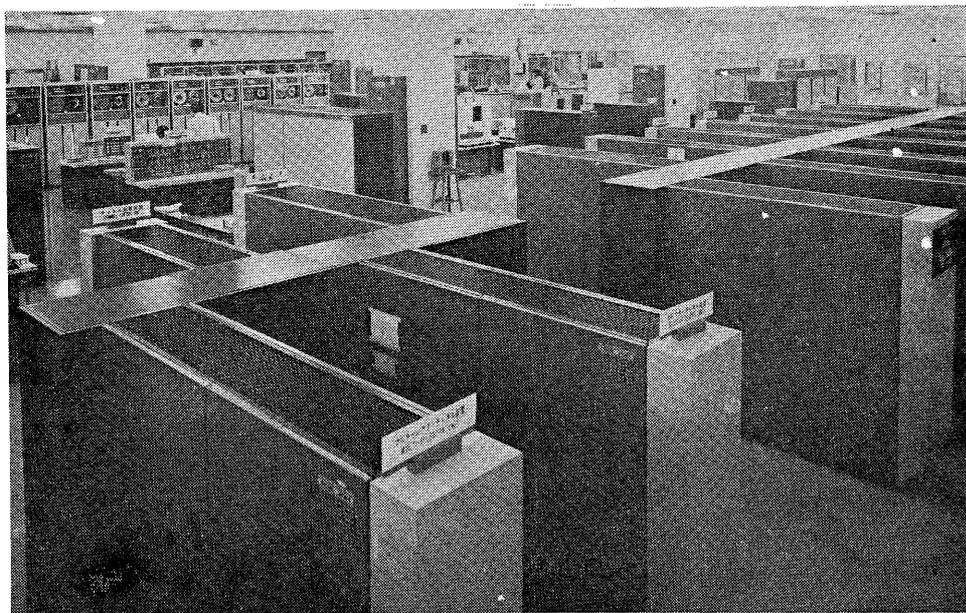
昭和45年6月21日 印刷 1970
昭和45年6月30日 発行 No. 11

編集 東京都千代田区霞ヶ関 2-1
発行 海上保安庁燈台部電波標識課気付
電波航法研究会
Japanese Committee for Radio
Aids to Navigation
c/o Radio Navigation Aids Section
of Maritime Safety Agency
No. 2-1, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo, Japan

印刷 東京都中央区八丁堀 1-3-9
株式会社坂根商店

あらゆる分野で大活躍

富士通の〈純国産〉FACOM電子計算機



富士通は 外国技術にたよらず、自らの技術と力で、日本の企業に最適の、経済的な電子計算機 FACOM 〈ファコム〉を開発してきました。超大形から超小形まで、事務用・科学用・データ通信用など、あらゆる種類の機種が準備されています。

鉄鋼、造船、電機、自動車、食品、繊維、金融、保険、商事、デパート、問屋、官公庁、大学、研究所——FACOMが活躍している分野は、あらゆる業種におよび海外でも広く活躍をはじめました。実績が信頼性を保証するFACOMをぜひご利用ください。

純国産電子計算機 **ファコム**

FACOM

通信と電子の

富士通

Communications and Electronics

⑤ 富士通株式会社

東京都千代田区丸の内2-8 東京 (03) 216-3211 〒100

波高し。霧濃し。

航海・操業にでた海の上では、頼りになるのは、装備された通信・観測などの船用機器だけです。機器の性能のよしあしがいちばん感じられるときです。沖の船用機器なら、船内伝達はもちろん、通信の送受をはじめ、海のあらゆる状況を的確にキャッチし、船の安全圏を最大限に確保します。

航海・操業の安全をまもる

沖の船用機器

●無線機 ●ロラン受信機 ●レーダー ●電話機
交換機 ●時計 ●火災警報装置 ●船内指令装置

お問合せは——船用営業部(03)452-4511(代)
または支店・営業所・特約店まで

エレクトロニクスの
沖電気

◇ 沖電気工業株式会社

