

ELECTRONIC NAVIGATION REVIEW

電波航法

JACRAN. 8

1966

電波航法研究会 発行

Published by the Japanese Committee
for Radio Aids to Navigation

— 目 次 —
CONTENTS

巻頭言 Forewards	会長松行利忠 Chairman Toshitada MATSUYUKI	(1)
研究調査 Research and Investigation		
ロランC方式についての調査 ——簡易式受信機指示器による実測結果についての報告—— Research and Investigation on the Loran-C Navigation System —A Report on Measurement by Conventional Receiver-Indicator—	米沢弓雄 Yumio YONEZAWA	(3)
漁船におけるレーダなどの利用状況について(調査結果報告) The Result of Inquiries about Radars and Radio Equipments for Navigation in Fishing Boats	茂在寅男 鈴木裕他 Torao MOZAI Hiroshi SUZUKI et al.	(10)
レーダ・トランスポンダ・ビーコンの方式 A Radar Transponder Beacon	小野沢和雄 Kazuo ONOZAWA	(16)
航海設備としてのレーダに関する規定についての私見 Personal Opinion of Regulation for Radar Equipment as Navigational Instrument	庄司和民 Kazutami SHOJI	(22)
講座 Lecture		
レーダ使用船の海難とその考察 Radar and Sea-Casualty	茂在寅男 鈴木幹夫 Torao MOZAI Mikio SAKURAGI	(28)
展望 Observation		
水路測量とその他に使用する水中音響機器の解説 A Brief Description of Underwater Sonic Equipments	今吉文吉 Bonkichi IMAYOSHI	(34)
船舶の試運転への電波の利用 Radio Techniques Applied for Ship Trials	木村小一 Koichi KIMURA	(42)
海外資料紹介 Introduction of Foreign Papers		
オメガと同期衛星のネットワークを使った精密電子航法システム A Precision Electronic Navigation System Using Omega and a Synchronous Satellite Network		(47)
ロランC Loran C		(53)
新製品紹介 Introduction of New Products		
JAB-202 形音波式液面測定装置 Measuring Equipment with Audible Sound	日本無線株式会社 Nihon Musen Co., Ltd.	(60)
マリンロラン A/C ML-100 Marine Loran A/C, Model ML-100	株式会社 東京計器製造所 Tokyo Keiki Seizosho Co., Ltd.	(65)
研究会記事 Record		
電波航法研究会・昭和40年度事業報告 Record of the Japanese Committee for Radio Aids to Navigation in Japanese Fiscal Year 1965	電波航法研究会事務局	(67)

卷 頭 言

Forewords

電波航法研究会々長

松 行 利 忠

Chairman, Japanese Committee for
Radio Aids to Navigation

Toshitada MATSUYUKI

It has been more than 15 years since this committee was founded in 1951. During these years we are convinced that it has made fair progress through guidances by the successive chairmen, co-operations of all members and assistances of the Ministry of Transportation.

Needless to say, the electronic navigation is the most superior among several navigation techniques known at present, because of its applicability to any unfavorable weather conditions. It is also the one which can be farther developed with the advance of electronic technology, if well accompanied by continuous researches on it. And this is the reason why much effort is directed to these researches in the leading foreign countries and also the reason why this Committee is existing in this country.

However, according to the objective situation at the time when this Committee was founded, it has been concerned mainly with maritime navigations so far. We do believe that air navigation problems must be also studied in this Committee as is the case in foreign countries from the point of view that this is the only research organization in Japan which uniquely concerns in electronic navigation.

Upon thorough consideration of this status, the Committee has concluded that its construction must be re-organized to a juridical person in order to strengthen its activities and fulfill its raison d'etre.

But this is a rather hard task thinking especially from the finance problem. Here I should like to extend my profound desire that, besides all members of this Committee, various organizations which have any

本電波航法研究会は、本年を以て創立以来満15週年を迎えた。この間歴代会長の御指導、運輸省当局の御援助、ならびに会員各位の並々ならぬ御協力によつて、今日まで地道にしかも着実にその目的に向つて進んで来られたことは、顧みて誠に御同慶に耐えない次第である。

そもそも電波航法は、今さらここに指摘するまでもなく、天候の如何に拘わらず適用できる点で、各種航法中最もすぐれたものであり、その上電子技術の発達に伴なつて、何処までもその伸展が予想されるものである。しかしながらそのためには、その裏付けとして絶えざる研究開発が必要な訳であつて、欧米各国でもこの方面に多大の努力を続けていると聞いているし、またわが国に本会が存在する所以でもある。

なおこの電波航法技術は海空歩調を揃えて進歩することが望ましいし、またその性格上国際的にも互に手をたずさえて開発が計られるべきであると信ずる。顧みて本会はその設立事情から、従来海上における航法を対象とするに留まり、欧米の進んだ国々のこの種の学協会が、海空を一体とした研究組織であるのに比べて、その規模・レベルにおいて、いささかひげ目を感じざるを得ない実情にある。本会がわが国における電波航法というユニークな目標と取り組んでいる唯一の研究会社であること、諸外国では本会をかなり高く評価していることなどに鑑み、本会の今後の在り方について、幹事会において真剣に検討を重ねた結果、これを然るべき法人組織にまで強化し、その内容の充実を計り、活動を活発ならしめ、以つてその存在の意義を明らかにすべきであるとの結論に達した。

しかしながらこの法人化のことたるや、まづ以つて相当額の基金を必要とすることでもあり、その実現は仲々容易なことではなく、諸方面の多大

direct or indirect relations to the electronic navigation and people who have any concerns about this would kindly assist us to be able to carry out our wishes successfully.

の御理解、御支援に待たねばならないと考える。ここに紙面を借りて会員各位はもとより、電波航法に直接、間接に関係を有せられる諸機関ならびにこれに関心を寄せられる大方の皆様は訴え、本会の悲願を是非とも達成せしめられんことを乞い願う次第である。

電波航法研究会規約

(昭和32年4月18日制定、昭和40年5月21日一部改正)

(目的)

第1条 本会は、電波航法の方式、機器およびその運用技術の発達ならびに普及を図ることを目的とする。

(名称)

第2条 本会は、電波航法研究会と称する。

(事業)

第3条 本会は第条に掲げる目的を達成するため左の事業を行なう。

- 1 電波航法機器およびその運用技術（以下「電波航法技術」という。）に関する調査および研究
- 2 電波航法技術に関する資料の収集および頒布
- 3 電波航法技術に関する広報普及
- 4 電波航法技術に関する意見の発表および建議
- 5 その他本会の目的を達成するために必要な事項

(会員)

第4条 会員を分けて次の種類とする。

- イ 正会員
- ロ 特別会員

- 2 正会員は電波航法技術の発達に関係ある会社および団体とする。
- 3 特別会員は、電波航法技術の発達に関係のある学識経験者、行政機関および学校とする。

(入退会)

第5条 会員の入会および退会は、会長の承認を受けなければならない。

(会費)

第6条 正会員は、別に定めるところにより入会金および会費を納入しなければならない。

(会長、副会長)

第7条 本会に会長および副会長を置く。

- 2 会長および副会長は会員の互選によつて選任する。
- 3 会長は本会を代表して会務を総理する。
- 4 副会長は、会長に事故がある場合に、これに代つてその職務をとる。
- 5 会長および副会長の任期は1年とする。但し、留任を妨げない。

(本会議)

第8条 本会議は、会長が必要と認めるときまたは会

員の過半数から申出があつたときに会長が招集して開催する。

2 本会議の議長は会長とし、議決を行なう場合にあつては、出席会員の過半数をもつて決定し、可否同数のときは会長が決定する。

3 本会議は、会員の過半数の出席がなければ重要な事項について議決することができない。但し、あらかじめ示された議題については、委任状の提出をもつて出席とみなすことができる。

第9条 左に掲げる事項については、本会議の議決または承認を受けなければならない。

- 1 規約の変更
- 2 収支予算および決算
- 3 会費の徴集ならびに寄付金または寄付物件の收受
- 4 解散
- 5 その他本会の事業のうち重要な事項

(専門部会)

第10条 特定の事項を調査研究するため必要があると認めるときは、本会に専門部会を設けることができる。

- 2 専門部会長および専門部会に属すべき会員は、会長が指名する。
- 3 専門部会長は、専門部会で得た結果について会長に報告しなければならない。
- 4 本条に定める事項の外、専門部会の運営については本会議の場合に準じて行うものとする。

(幹事)

第11条 会長は、会員または会員たる組織に属する職員の中から若干名を幹事および会計監査として委嘱することができる。

- 2 幹事は、会長を補佐し、本会の事業の円滑な遂行を図るものとする。
- 3 会計監査は、会長を補佐し、本会の会計事務を監査するものとする。

(雑則)

第12条 本会の事業年度は、毎年4月1日に始まり、翌年3月31日に終る。

第13条 この規約に定めるものの外、会計事務その他本会の運営に関し必要な事項は別に定める。

第14条 本会の事務局は東京都内におく。

研究調査

Research and Investigation

ロランC方式についての調査研究

—簡易式受信機指示器による実測結果についての報告—

*運輸省海技大学校 米沢弓雄

Research and Investigation on the Loran-C Navigation System

—A Report on Measurement by Conventional Receiver-Indicator—

*Ministry of Transportation,
Marine Technical College

Yumio YONEZAWA

Abstract

The author has tried the study and evaluation of the Loran-C Navigation System. In order to investigate the practical adaptability of the Loran-C manual receiver-indicator into merchant marine, the author made an experiment on board M.S. Hudson-maru, of the Mistui-O.S.K. Lines Co., Ltd. This is a report of the actual measurement and this report will contribute to make a use of the manual receiver-indicator in the Loran-C Navigation System though more and more data must be taken for the final conclusion of the adaptability of the manual receiver-indicator into the Loran-C Navigation System which has been developed for full automatic use.

緒言

ロランC方式については相当に詳しく紹介もされ、我国においても昨年あたりから、すでにロランC受信機も製品化されて、現に実用化されていることは、承知のとおりである。

ロランC方式そのものは、本来完全自動航法のための航行援助方式であり、利用者で使用する受信機・指示器は完全自動で動作する。したがって、ロランC方式に関する大部分の解説や評価は所謂「完全自動で動作するロ

ランC方式」について述べられたものである。

一方、現在海外でも多く売り出され、また我国でも製作されているのは、手動または可視型の受信機・指示器であり、その多くはロランA-C兼用である。これはロランC本来の方式からいえば便宜的な利用を意図するものであるといえる。しかし、何よりもはるかに廉価であるこの種の簡易式受信機指示器を用いて、一方本来の自動化装置を使用して得られる高精度の位置の線を期待することは難かしいとしても、従来のロランA方式ではカバーできないところをも十分にカバーして、精度の点でもよりすぐれた位置の線を求めることが可能であるならば、非常に利用価値が高いことになる。

この報告は市販のロランC受信機を商船に積込み、太平洋・大西洋において実測を試み、その適応性を調査した結果得られたものである。この報告にあるようないくつかの経験が少しでも御参考になることを願うものである。

測定方法

大阪商船三井船舶株式会社の御好意によりニューヨーク定期船ほどん丸を利用させていただいた。また、古野電気株式会社の御好意でロランC-A受信機LC-1型を借用させていただき、その他取付け、配線工事など、一切の手続きをしていただいた。

* 所在地： 芦屋市打出西蔵町108

Address: No. 108, Uchide-Nishikura-cho, Ashiya-shi, Hyogo-ken, Japan

期間は昭和41年1月22日から同年4月5日まで、航路は横浜・ニューヨーク間である。

船内に設けた実験室には、ロランC-A受信機、空中線結合器および受信機には定電圧装置が内蔵されているが、別に定電圧電源を用意した。

空中線は普通に商船に装備する方法で、レーダ・マストを利用して垂直型アンテナとした。

また、信号強度を check するために、C-A 信号発生器およびアテネータを用意した。

測定値の比較は、当直航海士の方が大体時間ごとに、本船装備のロランA受信機（スペリー社製、Mark 2）または天測で位置を確認しておられたので、その時間に合わせてロランC受信機によつても Fix を行なつて比較した。

ロランCの Fix は Table がまだ発行されていないために、Chart (H.O. VLC-30 シリーズ) を用いて行なつた。

測定結果

第 1 表

		往 航		復 航	
測 定 数		171 (回)		104 (回)	
ロランA または天 測と比較	判定*1 1	13(件)	8(%)	24(件)	23(%)
	判定 2	62	36	34	33
	判定 3	41	24	31	30
	判定 4	55	32	15	14
測 定 数		86 (回)		77 (回)	
Co. に対 する比 較*2	判定 1	26(件)	30(%)	25(件)	32(%)
	判定 2	28	33	37	48
	判定 3	21	24	9	12
	判定 4	11	13	6	8

*1 判定1とは Fix の差が1海里以内
判定2とは Fix の差が2~5海里
判定3とは Fix の差が6~10海里
判定4とは Fix の差が10海里以上、または不可を示す。

*2 Co. に対する比較とは航跡が明確な場合にロランC Fix と比較したものであつて、Co. line からの離れ度合を示す。

第1表を見ると、往航に比べて復航の判定1および2のあたりは比率が大きく増しているのがわかるが、これは非常に興味深いことである。それは、測定者がニューヨーク滞在中にロランC方式の開発に直接関係してきた米国 Coast Guard および Sperry 社において得た知識が

このような結果としてあらわれたものと考えられるからである。

精 度

System Accuracy としては (1) Geometrical なもの、(2) Instruction によるもの、(3) Propagation によるもの、などがあるが、個々の Fix については、その Fix Accuracy を決めるものとして、ロランA方式の場合と同様に、各位置の線の精度と、その位置の線の交角によつて決まる。ここで、位置の線の交角によるものは、ロランA方式と同じであり特別な問題もないのでここでは省略するが、各位置の線の精度については、本方式特有の問題点もあるのでこれについて考える。まづ、その精度は次の要素により決まる。

- (1) 送信局の同期
- (2) 操作または受信機の精度
- (3) 空間波 Correction
- (4) 送信局に対する船舶の位置
- (5) Chart または Table の精度
- (5) その他

これらについて実測例をあげながら述べることにする。

(1) 送信局の同期について

これは Envelope で1分間に $\pm 3.0 \mu s$, cycle で1分間に $\pm 0.15 \mu s$ 同期がくずれると主局9番目 Pulse が Blink する、といった基準があるようである。あるいは同期に相異があると、Pulse Group の Pattern を変えて利用者または相手局に知らせるというようになっている。今回の実験期間では SS3, SH4, SL2 そして SL0 の各局で局の故障は多く経験した。

(2) 操作または受信機の精度について

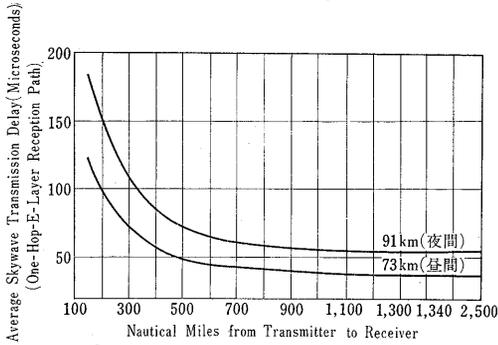
受信機の精度は S/H 比や機器誤差であるが、これは誤差が小さいと考えても、操作による誤差はこの種の Manual 受信機を使用する場合には無視することができないと考えられるので、具体例を掲げて詳しく述べる。

イ 地上波および空間波の識別

地上波および空間波 (1st-hop, 2nd-hop, ...) など間違いなく識別することは非常に重要なことであることは今更いうまでもないが、このためには、次の三つのことを考慮しなければならない。

- i 各種モードの波形間の間隔
- ii 各波形間の振巾の比率
- iii 送受信局間の大略の距離

第1図は昼間ならびに夜間に対する 1st-hop sky wave の地上波に対する Delay を示すものである。この曲線より送受信局の大略の距離がわかれば、地上波と 1st-hop



第 1 図 Sky wave transmission delay curves

sky wave との間隔が推定できる。

また、第 2 表は各距離に対する夜間における sky wave delay を示す。

第 2 表

No. Hops <i>N</i>	<i>N</i> -th Hop Sky Wave Delay (Microsecond) at Various Distance (Nautical Miles)		
	1400	2400	3400
1	53	53	53
2	119	108	106
3	226	171	163
4	367	255	227

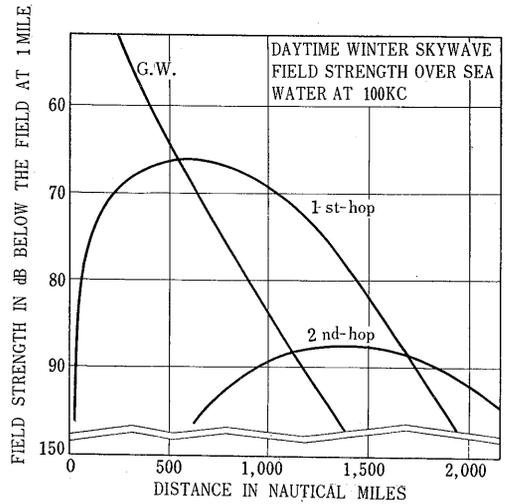
また第 3 表は *N* 番目波形と *N*-1 番目波形の間隔を示している。

第 3 表

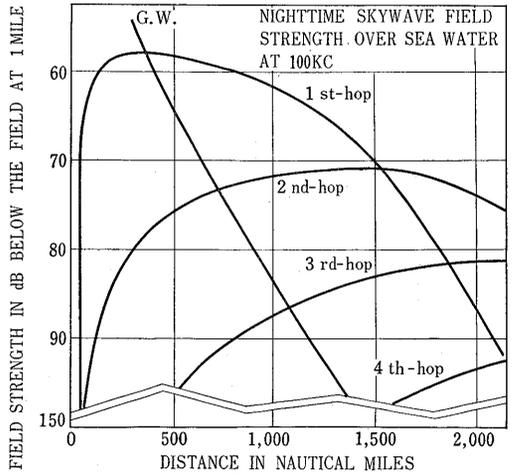
No. Hops (<i>N</i>)-(<i>N</i> -1)	Difference of <i>N</i> -th and (<i>N</i> -1)-th Hop Sky Wave Delay (μ s) at Various Distances (Nautical Miles)		
	1400	2400	3400
1 - 0	53	53	53
2 - 1	66	55	53
3 - 2	107	63	57
4 - 3	141	84	64

さらに、第 2, 3, 4 図は地上波と各モードの空間波の電界強度を示している。

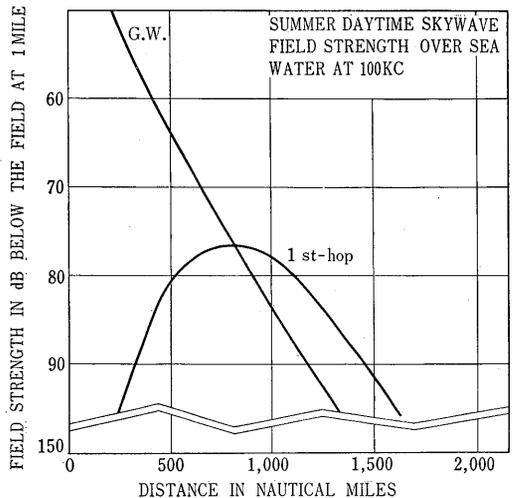
これらの表および図から送受信点の間の大略の距離がわかると、各波形間の間隔および振巾の比が大体推定できることになる。



第 2 図



第 3 図



第 4 図

実際には、ロランC方式においては、ロランA方式よりも、地上波と空間波の識別が非常に困難である。それは時に Pulse 波形が異なり、また、sky wave delay も上に掲げたごとくロランA方式のそれと異なっているからである。

次に例をあげて説明する。

(例 1) Feb. 13 0200 SLO局



第 5 図 (イ) 主局信号波形主局より約 320 海里



第 5 図 (ロ) Y(従)局信号波形 Y局より約 720 海里

上記のように、夜間、主局より約 320 海里、Y局より約 720 海里の場合に、第 5 図のような波形が得られた。最初の信号波形を何れも地上波として測定すると、時間差読取りは 51014 となる。第 3 図の電界強度図を参考にすると、夜間において、地上波と 1st-hop sky wave とが等しくなるのは約 380 海里であるが、この観測結果によると、主局信号は 320 海里の点です

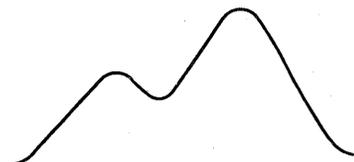
coverage diagram (H.O. 15308-1) の Service area 外から Sky wave fix range に入つたところであつて、各信号ともに非常に不安定であつたが、ロラン A Fix から時間差を推定して Fix を試みたものである。

まづ、主局信号について、前方の信号波形は往航の経験、Diagram, Chart 上の改正值などから判断しても、地上波でなく、1st-hop sky wave と考えた。さ

て、第 3 図によると、主局信号は 1600 海里では 1st-hop sky wave より 2nd-hop sky wave の方が強く地上波はずつと小さい。また、X局信号もこの図から 1300 海里では 1st-hop sky wave がもつとも強い。また、実際の波形と一致している。

□ Matching technic について

上に述べてきたように、実際に測定してみると地上波



第 6 図 (イ) 主局信号波形主局より約 1600 海里



第 6 図 (ロ) X(従)局信号波形 X局より約 1300 海里

で地上波よりも 1st-hop sky wave の方が強くなつている。また、第 1 図の Delay curve からみると、320 海里の点での空間波のおくれは約 100 μs であり、Y局信号については 720 海里で約 62 μs のおくれとなるが、これは実際の波形と大体一致していると思われる。

(例 2) Mar. 23 M.N. SL2局

この例にあげられている受信局の位置は Loranc

と空間波の識別はロランA方式に比べても非常に難しいが、十分に地上波と空間波の性質、受信状態を考慮すればある程度解決のつくことが多い。そして次の段階として Matching における Technique があげられよう。以下いくつかの例によつて経験したことを述べる。

i 主従 Pulse 巾が異なつていときの Matching

(例 3) Jan. 24 1000

SS3局 (M: 1000', X: 600')



第 7 図 (イ)



第 7 図 (ロ)

第7図(イ)は片方のゲインをあげて、Slope を一致させた場合でそのときの読取りは下のようになった。

	SS3-W	SS3-X
時間差読取り	13959	34245
改正値	-01	-10

また、第7図(ロ)は互の波形の振巾を一致させて Matching した場合で、その読取りは下のようになった。

	SS3-W	SS3-X
時間差読取り	13963	34265
改正値	-01	-10

上の2つの方法を比較すると、(ロ)の場合は略 Co. Line 上に Fix が求まり、妥当と思われる。また(ロ)の方法は機器取扱い方にも指示されていることである。なおこの例で W の読取りが異なるのは時間的に僅かな相異があるためである。

ii 主従 Pulse slope が異なるときの Matching 第8図のように主従 Pulse slope が異なる場合、多くは信号不安定のために Gain をあげて(例3)のようにはできない。したがって測定不可能である。しかし、もしも波形が安定していれば Cycle matching は可能である場合もあるであろう。



第8図

iii Pulse shape 異状のために測定不可能の場合 (例4) Mar. 24 M.N. SH4局



第9図

従(Y)局は約1400海里の距離であつたが第9図のような波形であるために、Envelope, Cycle matching ともに不可能である。

この場合は地上波に空間波の各モードが次々と重なつてきた波形と思われる。

iv Cycle matching のとき、常に 10 μs の誤まりをし

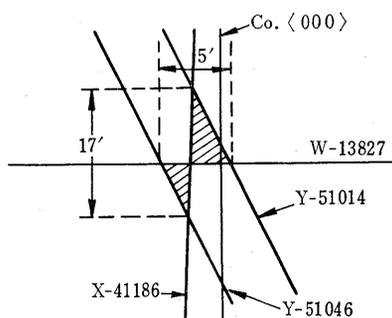
ないように注意しなければならない。

v Sky wave contamination を防ぐ意味から、Cycle matching のとき、できる限り最初の1サイクル、少なくとも Leading edge から3サイクルまでの100 KCの波でなければいけないと思われる。

(3) Sky wave correction について

空間波改正はロランC方式もロランA方式も同じことであるが、利用している同波数により数値は異なり、昼間夜間の各々についてそれぞれ改正値が掲げられている。しかし、地上波と空間波の識別が困難なことに関連して、その改正値のとり方も難かしい問題を含んでいる。次に具体例によつて経験したことのいくつかを述べる。

(例5) 例1において、互に最初の波形(地上波)を Match すると、その時間差読取りは51014であつた。また主局の地上波は比較的安定していたが、従局の地上波は不安定であつたのでこれも比較的安定な 1st-hop sky wave をとつて Match すると、51108となり、Chart 記載の改正値 GS-62N を適用した上で求めたこれら2つの位置の線と Fix を比べてみると、互に近い所に Fix ができる。(第10図参照)



第10図

波形の識別と改正値を正しく判定するならば、大体において正しい Fix ができることがわかる。

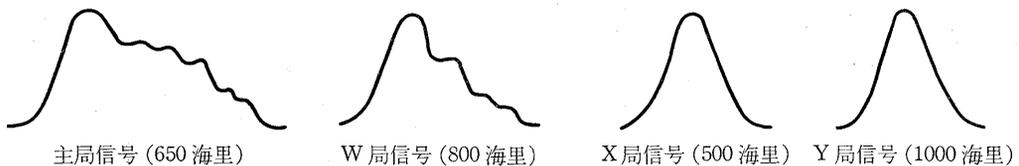
(例6) 例2において、主局の最初の波形(1st-hop sky wave)とX局波形(1st-hop sky wave)を Match した場合の時間差読取りは11812であり、主局のこの波形が不安定であつたので、比較的安定な次の 2nd-hop sky wave をとつて Match すると、その時間差読取りは11715であつた。この2つの位置の線により求まる Fix を比べてみると、最初の場合、Chart 上の改正値 00N も適切であり、求まる Fix もロランAで求めた Fix と近く、かつ Co. Line の推定からも妥当と考えることができる。後の場合には、Chart 記載の改正値が 1st-hop sky wave に対するものであるために、改正値が適当でなく、当然 Fix の誤差も大き

くなる。

(例 7) Apr. 3 2200 SS3 局

	SS3-W	SS3-X	SS3-Y
時間差読取り	15906	35738	62034
改正値	+02	+64	-56

VLC-30-17 (H.O. Chart) によるこのあたりの改正値は SS3-Y に対して +07N であるが、それを使うと一辺 20 海里近い誤差三角形となってしまう。そこで主局信号を地上波と仮定して Chart 上緯度で 4 度程南(主局寄り)に記されている主局地上波従局空間波に対する改正値, SS3-Y GS -56N を用いた。得られる Fix は各位置の線が略 1 点に交叉した点で、予想位置とも一致し、これが妥当であることがわかる。なお、そのときの各信号波形と局からの略距離を下に示す。



第 11 図

この例のように、改正値の Chart への記入についても、その方法について難かしいが一考を要すると思われる。

その他、空間波改正については日出、日没時の改正値の決め方は特に難かしく、非常に注意を要するが、解決しがたい問題であるように思われる。

(4) 送信局に対する船の位置

これはロラン A 方式に準ずるから、ここでは述べない。

(5) Chart の精度

使用した Chart は H.O. VLC-30 シリーズである。そこに記載されている位置の線は必ずしも精密には画かれてはいないようである。例えば VLC-30-17 について調べてみても、SS3-Y の Base line 上で 200 μ s 間隔に画かれている位置の線が約 1.5mm ずれているところがある。この場合 1.5mm は略 2 海里に匹敵するが、商船においては実用上差し支えない程度のものであろう。

結 論

以上いくつかの例をあげながら実測結果について述べてきた。これらのことからわかるように、ロラン C 方式は方式としてロラン A 方式に似ているが、使用周波数に

ともなう伝播状態の相異, Pulse 巾の相異などから、地上波と空間波の識別の難しさ、さらにそれにとまなう改正値の問題、あるいはまた Cycle matching の問題など、特異なものが多い。そしてこのように手動測定を行なうときには特に問題となる。

しかし、これもこの報告からわかるように、この種の機器によつてロラン C 方式を有効に利用しようとするならば、本方式についての相当の知識をもつていなければいけない。これは例えば地上波と空間波の識別は難かしいといつても上に述べてきたように相当の知識をもつていると、ある程度識別も可能であり、Fix もできるのである。それと同時に、今回の実験で得ることができた資料はごく限られたものであり、やはりこの種の機器でロラン C 方式の利点を最大限に利用するためには、今後さらに多くの資料を必要としていることはもちろんである。

今回の実験と同じような実験を大西洋・地中海におい

て度々行なつておられる米国スペリー社 C. Lopez 氏の報告をみても同じような結果が述べられている。氏はこのほか、特に 800~750 海里のあたりで、地上表に空間波が重合して入るようになると、この種の機器を使用する測定は非常に難かしいと述べておられる。このような Range に関する点では今回は資料となるものを得ることはできなかつたが今後多くの実験や調査によつて確かめたい事柄の一つである。

また、実験をしていて感じたことは、日本近海をカバーしている SS3 局を利用して得られる位置の線は決して精度がよいとはいえないことである。例えば、米国東岸の SL0 局の Coverage area 内では多少位置の線の交角の悪いところでも Fix は容易に求めることができるし、また、たとえてきてもその誤差三角形は小さい。SS3 局 Coverage area 内ではその反対に比較的位置の線の交角のよいところでも、できる誤差三角形が大きくなつたり、非常にバラツキが多いように感じた。一方、ロラン A 方式では十分な位置の線が得られない渤海、北洋などでもロラン C 方式は有効であるところから、我国では殊に多くの漁船においてこの方式を利用しようとしており、使用する機器はもちろん手動のものである。この意味においても、また、米国 Coast Guard の述べるよう

に「ロランC方式はあくまでも自動化装置による利用を考えているのであつて手動測定については決して Recommend していない。手動の場合は10海里以上の誤差も考えられるからむしろ使わないでほしい。」ということに対する調査のためにも、要するに、手動測定について最終的な結論を得るためには、まだまだ多くの調査と資料が必要であるが、本報告がその一つの例となれば幸甚である。また、筆者自身今後もこの調査を続ける心算であるので、その節はまた関係方面の御協力をお願いしたい。

最後に Table や Chart について気の付いたことを述べておく。

(1) Table は精密な Fix のために必要であるので未発行の局については早急に発行して欲しいものである。

(2) Chart で早急に改訂版のほしいものがある。VLC-30-35 (1962) は SO-XY が SL-WXY に変更になっており、それにともない位置の線や改正値の追加・改訂が必要である。

(3) VLC-30-33 (1962) には SO 局しか記入されていないが、SO 信号は Over land であり同じ空間波であれば SH4 局の方がよいように思う。受信状態は経験した限りにお SH4 いて信号の方がはるかによい。

(4) VLC-30-17 (1964), VLC-30-18 (1964) には SS3-Z は記入されていない。これは例えば VLC-30-17 であると、SS3-Z はちょうど基線延長上になるようだし、VLC-30-18 でもあまりいい精度とはならないようだが、信号は十分受信できるので、検討してほしいこと

である。

(5) Coverage diagram (H.O. 15308-1) にある等精度線を通常のロランC Chart 上にも何かの方法で表示すれば便利でないだろうか。

謝 辞

実験に際して種々に御指導下された大阪大学工学部青柳教授・滑川助教授に対して、また共に乗船し実験その他御助言下さった同研究室岡部信郎研究生に対して深く衷心より謝意を表します。また、機器提供など熱心に御協力下さいました古野電気株式会社、便乗の便宜を与えて下さいました大阪商船三井船舶株式会社、また実験に当り種々御協力下さいましたほそん丸福永船長以下乗組員の方々に、同社ニューヨーク駐在船長飯塚登氏の諸氏に対しまして厚く御礼申し上げます。また本実験に際し米国側に種々御連絡下さいました海上保安庁灯台部電波標識課長清野浩氏さらには米国において種々御助言を下さいました U.S. Coast Guard, N.Y. Electric Engineering Dept. Commander Kermit R. Meada 氏, Sperry Rand 社の L. Lopez 氏に対して厚く謝意を表します。また本実験企画に際し種々御助言下さいました海技大学校教授西谷芳雄教授に対し厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1) Loran-C Table Pub. No. 221 (1001) Pair SO-X (1964).
- 2) The Loran-C System of Navigation (Feb. 1962).
- 3) Engineering Evaluation of the Loran-C Navigation System (1959).

「電波航法」第6号, 第7号目次

第6号

巻頭言	副会長 岡田 実	(1)
研究調査		
「レーダなどに関するアンケート」の結果	茂在 寅男・木村 小一	(2)
	庄司 和民・鈴木 裕	
釧路港、大阪港レーダ局について	山越 芳郎	(10)
講座		
レーザの航海への応用	飯島 幸人	(21)
「レーダ航法」について	茂在 寅男	(28)
展望		
漁業における電波計器の利用	色川 元	(36)
海上における電波航法の実状について	名越 肇	(43)
海外資料紹介		
通信衛星の航行	庄司 和民	(46)
ある航海衛星方式の提案とその可能性	木村 小一	(55)
新製品紹介		
AR 401 船舶用レーダ	安立電波工業株式会社	(58)
NWA 型超広帯増幅器	日新電子工業株式会社	(60)
最新式ファックス受信機	株式会社光電製作所	(62)
研究会記事		
電波航法研究会昭和38年度事業報告	電波航法研究会事務局	(64)
会員名簿		(66)
電波航法総目次 (No. 1~No. 5)		(78)

第7号

巻頭言	副会長 茂在 寅男	(1)
研究調査		
船用ミリ波レーダの性能と使用実績について	池田 勲・大本 直宏	(3)
講座		
デツカシステムと日本の計画	只野 暢	(19)
展望		
レーダ情報の使用について注意すべき事項に関する運輸大臣の勧告	牧田 裕文	(29)
海上人命安全条約(1960年)にもとづくレーダに関する規則改正の要点	嶋本 照夫	(31)
第7回国際航路標識会議出席報告	余湖 一郎・飯塚 康雄	(36)
海外資料紹介		
I. 米国航空宇宙局の航行衛星計画について		
II. オメガ航法システム		
	木村 小一	(42)
長波による相対航法方式	田辺 穰	(59)
新製品紹介		
ASM 型船舶速度測定装置 (MARSMEC 2)	安立電波工業株式会社	(64)
ローランタイム JLM-1 形	沖電気株式会社	(67)
船舶用レーダー—XB-405		
研究会記事		
電波航法研究会昭和39年度事業報告	電波航法研究会事務局	(72)

漁船におけるレーダなどの利用状況について (調査結果報告)

東京商船大学	茂 在 寅 男 ¹⁾
運輸省船舶技術研究所	木 村 小 一 ²⁾
東京商船大学	庄 司 和 民 ³⁾
東京水産大学	鈴 木 裕 裕 ⁴⁾
東京商船大学	飯 島 幸 人 ⁵⁾
鹿児島大学水産学部	田 口 一 夫 ⁶⁾
東京商船大学	四 宮 博 ⁷⁾

The Result of Inquiries about Radars and Radio Equipments for Navigation in Fishing Boats

Torao MOZAI¹⁾, Koichi KIMURA²⁾,
Kazutami SHOJI³⁾, Hiroshi SUZUKI⁴⁾,
Yukito IJIMA⁵⁾, Kazuo TAGUCHI⁶⁾
and Hiroshi SHINOMIYA⁷⁾

Summary

As showed on the previous reports, the Japanese Committee for Radio Aids to Navigation had made "Inquiries about Radar and Radio Equipments for Navigation" into ship's captains and officers on the sea, until 1964.

However, since the reports from fishing boats could not be collected, the authors tried inquiries again into the fishing boats from 1965 to 1966.

1200 of printed matters were used for this purpose and 296 reports were collected from all parts of Japan, and covers all kinds of fishing vessel of under 40 tons to over 20,000 tons in its tonnage distribution.

The following analysis were summarized from the collected papers, answered by captains or officers.

"Have you an experience of operating Loran already?" Experienced.....86%, Not.....12%, No answer.....2%.

"Have you any experiences of puzzled by the interpretation of the radar images?" Experienced.....4%, Not.....88%, No answer.....8%.

"Is it necessary to open training courses for officers and operators about new electronic navigation, under the semi-official organization?" Necessary.....92%, Not... ..1%, No answer.....7%.

"Have you any experiences of faults of manoeuvring, depending upon the error of radar image?" Yes..... 61%, No.....29%, No answer.....10%.

"Have you any experiences of surprising or making mistakes by false echo or unwanted echo?" Yes..... 7%, No.....81%, No answer.....12%.

"Have you any experiences of unusual phenomena about radar images, in any districts of sea?" Yes..... 18%, No.....69%, No answer.....13%.

"Have you an experience of using radar charts?" No.....79%, Yes.....6%, No answer.....15%.

"Do you think that the radar charts are necessary?" Necessary.....46%, Not.....25%, No answer.....29%.

The inquires are continued as described in Japanese next, but the authors want to stop the English translation here this time, by the reason of the volume.

1), 3), 5), 7) Tokyo University of Mercantile Marine, Fukagawa, Tokyo, Japan.
2) Ship Research Institute, Ministry of Transportation, 700, Shinkawa, Mitaka-shi, Tokyo, Japan.
4) Tokyo University of Fisheries, 4-5-7, Konan, Minato-ku, Tokyo, Japan.
6) Kagoshima University, 470, Shimoarata, Kagoshima, Kagoshima pref. Japan.

I まえがき

電波航法研究会では電波航法計器の改善・発達を目的として、さきにレーダなどに関するアンケートを行ない、使用者側の意見を調査した。現在の電波航法計器が実際どのように利用され、どのような利便があり、また機器その他に対してどのような要望があるか、などが判明したわけであるが、不幸にしてその調査の対象が商船、官庁船に限られる結果となり、漁船については、ただ一隻以外なら意見を伺うことができなかつた。

レーダ装備船の数から考えても商船・官庁船を上回る漁船の、これら電波航法計器に関する再調査は必須のものと考えられ、筆者等は昭和40年9月以来、日本海難

防止協会からの委託により研究に着手していた。同研究は、昭和41年3月、一応終了し、同協会へ報告済みとなつたが、その後、引き続き本会担当者において更に多くの資料を得、代表的漁船の意見とも考えられる拡大調査の結果が出たので、以下にその概要を報告する。

このアンケートの結果は、漁船、特にレーダ装備船および漁業会社、漁業協同組合、水産高等学校の練習船、関係各協会、その他に対して1,200部を配布して得られた回答、担当者が直接入港中の漁船を訪ね、船長、航海士から伺つて得られた回答等合せて296部を整理してまとめたものである。ここに御協力を賜つた各位ならびに日本海難防止協会*に対して厚く謝意を表する次第である。

II 調査結果

1. 対象漁船の大きさ(トン数)

40トン未満	40~80	80~160	160~320	320~640	640~1,280	1,280~2,560	2,560~5,120	5,120~10,240	10,240~20,480	20,480~40,960	無記入	計
35隻	31	53	86	47	11	10	3	4	2	1	13	296隻

調査の対象となつた漁船は、1000トン未満が大部分を占める結果となつたが、2万トン以上の大型船の意見も

聞くことができた。

2. 漁業の種類

マグロ延縄	カツオ釣	旋網	捕鯨	遠洋トロール	底曳網	カツオ・サバ兼業	練習船
80隻	34	22	17	16	14	12	11
運搬船	カツオ・マグロ	サケ・マス・マグロ	サケ・マス・タラ兼業	サンマ	サンゴ	記入なし	計
10	9	9	3	1	1	57	296隻

3. 調査区域

北海道	東北	関東	中部	近畿	四国	中国	九州	記入なし
6隻	18	61	47	5	17	36	44	62
2%	6	20	16	2	6	12	15	21

これらの数字から回答のあつた296隻にはあらゆる大きさの漁船を含み、漁業の種類も多岐にわたつているといえる。特にマグロ延縄漁業が多く、旋網漁業がこれに次いでいる。

4. 一般の問題について

電波航法計器として、ロラン、方探、デツカ、D.M.E. およびレーダなどについて使用経験、装備の必要性、利用方法などを尋ねた。

ロランの使用経験は86%にのぼり、本当に利便を感じているものは83%、(感じていない3%)の多数にぼつた。ロランで船位が得られないとき、どうしているのかという質問に対して、天測その他の実測で船位を出す…

…が65%、推測で船位を出す……が18%であつた。

ロランで航海していて、ロラン測定の結果が原因となつて海難を起こしたり、起こしかつたことがあるか…に対して、「ない」が86%、「ある」はわずかに1%であつた。この1%については後ほど調査する予定である。ロランについての要望は、無回答が38%あつたが、ロラン局に関する要望が47%で圧倒的に多く、ロラン受信機の性能に関して……が11%同じく取扱いに関して……4%となつた。ロラン局に関する要望事項としてロラン局の新規開設を希望するものが多かつた。

方探に関して、ロランやレーダがあつても方探は必要と思うかという問いに対して、必要と思う……94%で、

* 本研究は、日本海難防止協会の委託研究費をもととして行なわれている。

必要と思わない……がわずか 4%，記入なし……2% で漁船において方探は重要な機器であることがわかる。さらに方探の利用方法に順位をつけてもらった。上記 1, 2 位に入った項目で多いものは、

- ラジオブイの発見・接近……47%……1 位
- 他船の局を船首目標にしてそれに接近する利用法……46%……2 位
- 無線方位の交叉により船位決定……32%……3 位
- 無線標識局を船首目標にして接近する利用法……25%……4 位

となった。
 デツカについて聞いたことのあるもの……57%，ないもの……37%，記入なし……6%，デツカの使用経験あり……3%，なし……90%，記入なし……7% の数字が示すとおり、漁船にはほとんど知られていない。

D.M.E. の使用経験あり……7%，なし……74%，記入なし……19%，必要を感じている……10%，感じていない……12%，わからない、記入なしが 78% となった。D.M.E. も比較的知られていない計器の一つである。

レーダ装備の必要性についての問いで、巨額の経費をかけて装備する必要を認めない……22%，取付ける価値がある……73%，記入なし……5% で大部分のものが、その価値を認めている。

レーダで航海中、そのために海難を起こしたり、起こしかかったことのあるもの……4%，その経験のないもの……88%，記入なし……8% であつた。詳細は機会あれば別に報告する。

5. レーダに関する利用法とか、保守訓練などで、公的な組織による技術訓練などの行なわれることを希望するか。

この間に対しては

特に希望する	あればよいと思う	関心がない	記入なし
15%	57%	1%	7%

となつて、92% の多数 (商船・一般船の場合は 81%) のものが、こうした技術訓練の講習が必要であると感じているわけである。

レーダの運用に関して

6. レーダの映像の判読について悩んだことがあるか。

という間に対して

な い	あ る	記 入 な し
29%	61%	10%

と「ある」が 61% (一般船は 58% であつた) で、多数のものが映像判読について悩んでいるが、これについても

別途解析する予定である。

7. 映像誤差が原因で失敗しかつた経験があるか。

な い	あ る	記 入 な し
81%	7%	12%

このような経験のあるものは 7% であるがこれについても別途解析を行なう予定である。

8. 偽像・混信により驚きまたは失敗した例があるか。

な い	あ る	記 入 な し
69%	18%	13%

となり、18% がその影響を受けているわけである。レーダの映像の異常現象を経験したものは上記とは別に 18% の数字が出ており、一般船の 19% と同様である。これらは西アフリカの砂漠地帯付近の海上や南水洋で発生している。

9. 航海中次の場合、使用レンジはおおよそ何海里にしているか。

	2海里以下	6海里以下	15海里以下	それ以上	記入なし
港 内	58%	26%	4%	—	12%
出入港時	22	42	27	4%	5
沿岸航行	—	9	52	32	7
大洋航行	—	1	12	72	15

港内において 2 海里以下、出入港時に 6 海里以下、沿岸航海中に 15 海里以下、大洋航海中は 15 海里以上と回答を寄せたものが、もつとも多かつた。

10. どんなどきに映像を「船首上方」にし、またどんなどきに「北上方」にするか。

	船首上方	北 上 方	記 入 な し
港内において	46%	3%	13%
出入港スタンバイ前後の港外	44	5	13
沿岸航海中	39	9	14
大洋航海中	35	10	16
記入なし	38		

上表において下欄の「記入なし」38% は全く回答のないもの、右欄の「記入なし」はその欄のみの無記入を示す。この質問について「船首上方」の回答が多かつたのは実際に船首上方にして使用する場合と北上方の装置を持たないために常に船首上方にして使用しているものもまれていることになる。

11. 衝突防止のためプロツテイングを実施している

か。

この間に対して「実施している」……33%、「実施していない」……33%、「記入なし」……34%の回答であつた。「実施している」の内訳を見ると、「おおむね」……23%、「時々」……62%で無回答が15%である。「実施していない」の内訳は、「実施していないがやつた方がよい」……40%、「必要と思わない」……は9%、無回答51%であつた。その他、プロットイング開始時機、終了時機、どこで覚えたか、プロッターなどについて質問したが、正しい回答が多く得られなかつた。

12. レーダチャートを利用した経験があるか。

この間に対して79%は「ない」、「ある」はわずかに6%、無回答が15%であつた。レーダチャートは必要と思うか、この間に対して「必要である」……46%、「必要でない」……25%、無回答29%であり、ほとんどのものが使用経験がないことがわかる。

13. 霧中、または夜間のスタンバイ中に、レーダを専門に監視する士官を配置しているか。

この質問に対して、「配置していない」……39%、「配置している」……47%、記入なし……14%、またその必要は…「ある」……68%、…「ない」……11%、記入なし21%で、その必要はあるが配置していないものも多くあることになる。一般船ではこのような士官の配置が必要と思うものは16%であり、漁船における必要度は、はるかに上回っていることを示すものと考えられる。

14. あなたが霧中でレーダ航行中、レーダのない船の霧中速力と比較して自船の速力を増して良いと考えるか。

	大洋航海中	沿岸航行中
相当増速してよい	27% (75)	7% (38)
相当減速の要あり	26 (19)	30 (48)
非常に減速の要あり	5 (0)	20 (6)
その他	7 (2)	7 (2)
記入なし	35 (4)	36 (6)

(括弧内は商船・一般船の場合)

18. 貴船のレーダの最高連続使用時間は。

0～2時間	～4	～6	～8	～10	～15	～20	それ以上	記入なし
19%	18	10	6	3	6	2	6	30

19. 貴船のレーダのトランシーバーやインジケータの設置場所は、最高何度位まで温度が上がるか。

～25°C	28	30	33	35	38	40	それ以上	記入なし
4%	3	8	5	5	1	5	3	66

大洋航海中、霧中においてレーダ装備船はレーダのない船よりも相当増速してもよいと考えている船と、減速の要ありと考える船とほぼ同数である。商船・一般船では相当増速してよいと考えるものが多い。

沿岸航行中は、漁船は「相当減速の要あり」と「非常に減速の要あり」が回答者の大部分を占めているが、商船・一般船では「相当増速してよい」と「相当減速の要あり」が大部分を占めるという結果になり、漁船の方が慎重な考えを持つていると思われる。

レーダ機器に関して

15. レーダに故障が多くて困つた経験があるか。

あ る	な い	記入なし
50% (68)	32% (24)	18% (8)

(括弧内は商船・一般船の場合)

意外に多数のものが故障で悩んでいることを示す。

16. 故障のとき、だれが修理するか。

	小故障	中故障	大故障
通信士	52%	33%	28%
航海士・船長	23	6	1
サービスエンジニア	8	37	44
記入なし	17	24	27

小故障では主に通信士、航海士・船長が修理し、中故障、大故障では通信士・サービスエンジニアが修理する。

17. 貴船のレーダの使用積算時間は何時間か。

500時間以下19%、1000時間以下3%、1500時間以下1%、1500時間以上4%、記入なし73%で、「記入なし」の多かつたのは積算時間計のない装置が多いからであらう。

20. それは日光の直射を受けているか。

受けている	受けていない	記入なし
8%	47%	45%

21. 船内電源は何か。

交流船 29%, 直流船 25%, 記入なし 46% で交流船の方がやや多い程度である。

22. スカナはどの程度震動を受けているか。

非常な震動を受ける	比較的震動を受ける	震動はあまり受けない	記入なし
5%	35%	40%	20%

23. レーダの使用によつて、航海計器に悪影響を与えた経験があるか。

26. 最高レンジスケールは何海里を希望するか。

~ 20'	~ 30'	~ 35'	~ 40'	~ 45'	~ 50'	~ 60'	それ以上	記入なし
2%	12%	4%	21%	1%	27%	10%	2%	21%

40 海里, 50 海里の遠距離を希望するものが多い。

27. スカナは最大何メートルの風速に堪えればよいと考えるか。

~ 20 m/s	~ 30	~ 40	~ 50	~ 60	~ 70	それ以上	記入なし
4%	9%	12%	22%	10%	5%	3%	35%

28. スカナが風速何メートルまで異常なく運転した経験をもっているか。

~ 20 m/s	~ 25	~ 30	~ 35	~ 40	~ 45	~ 50	記入なし
14%	6%	11%	5%	7%	3%	3%	51%

29. 強風のため、レーダが故障した経験があるか。

ない	ある	記入なし
80%	4%	16%

80% が故障していない, 強風で故障したものはわずか 4% である。

30. レーダ装置のうち、次のものは必要と考えるか。

この間に対しては約半数の回答しか得られなかつたが、回答のあつたもののうち、「必要である」と答えたものの割合はつぎのとおりである。

AFC	真方位指	プロッター	トルモーシヨ	エコーボックス
95%	98%	85%	79%	75%

31. サービス エンジニヤー の定期的チエツクは必要と考えるか。

必要 76%, 不要 7%, 記入なし 17%,

あ	る	な	い	記入なし
22%		63%		15%

24. 一般航海用としては、距離分解能を何メートル位までにしたいと思うか。

50 m 未満	100 m 未満	150 m 未満	150 m 以上	記入なし
29%	10%	1%	5%	55%

25. 最低レンジスケールは何海里を希望するか。

0.5' 未満	0.8' 未満	1' 未満	2' 未満	記入なし
40%	1%	32%	4%	23%

最低レンジスケールとしては、0.5 海里, 1 海里を希望するものが多い。

不要の場合、

本船が必要なときに呼ぶだけで良い……76%,
故障発生時にだけ呼べば良い……10%,
記入なし……14%

32. レマークビーコンが欲しいと思うか。

「しいて欲しくない」……14%, 「欲しいと思う」……61%, 記入なし……25%。

33. 浅瀬, プイ, 漁具等を判別するため、レーダフレクターを付けることは有効と思うか。

「有効と思う」……61%
「あまり有効でない」……9%
記入なし……30%

34. レーダフレクタを漁撈上利用したことがあるか。

「ない」……59%
「ある」……20%
記入なし……21%

35. 航法計器の装備率。

磁気コンパス	92%
レーダ	90
方向探知機	87
音響測深機・魚群探知機	85
ロラン	77
ジャイロコンパス	43
自動操舵装置	40
VHF電話	32
DME	5
船底測程儀	3
探鯨機またはソナー	3
記入なし	2

この結果を見ると、漁船の特色がうかがわれる。磁気コンパスは当然ながら、レーダ、方向探知機、音響測深機(魚群探知機)、ロランの装備率が高く、92% から 77

% までの高率である。ついでジャイロコンパス、自動操舵装置、VHF電話が多いのも漁船らしさを示している。DME、船底測程儀および探鯨機の装備率はきわめて低く5% 以下の少数のみであることがわかる。

III あとがき

以上紙面の都合で調査結果の概要を報告したが、この外に多くの記述があり、その内容については後刻報告する予定である。今回の調査では、無記入のまま寄せられた回答が多かったが、これは質問形式にやや不備があり、答えにくい点もあつたかと思われる。

しかし、全般的に漁船らしい特異の結果が得られたこと、例えば、方探の使用法や航海計器の装備率などにおいて、予想外の新しい調査結果が得られたことは担当者の喜びとするところである。

(執筆担当 東京水産大学 鈴木裕)

電波航法研究会正会員会社および協会名簿 (1)

(Corporate Members of the Japanese Committee for Radio Aids to Navigation)

安立電気株式会社	Anritsu Electric Co., Ltd.
安立電波工業株式会社	Anritsu Electronic Works Co., Ltd.
電子機械工業会	Electronic Industries Association
全国漁業無線協会	Fisheries Radio Association
古野電気株式会社	Furuno Electric Co., Ltd.
日立製作所	Hitachi Co., Ltd.
日本海難防止協会	Japan Association for Preventing Sea Casualties
日本船主協会	Japanese Shipowners' Association
ジャパンライン株式会社	Japan Line Co., Ltd.
川崎汽船株式会社	Kawasaki Kisen Co., Ltd.
神戸工業株式会社	Kobe Kogyo Co., Ltd.
株式会社光電製作所	Koden Electric Co., Ltd.
協立電波株式会社	Kyoritsu Dempa Co., Ltd.
三菱電機株式会社	Mitsubishi Electric Co., Ltd.
日本無線株式会社	Nihon Musen Co., Ltd.
日本アビオトロニクス株式会社	Nippon Avionics Co., Ltd.
日本電気株式会社	Nippon Electric Co., Ltd.
日本郵船株式会社	N.Y.K. Line

(52ページへ続く Continued on page 52)

レーダ・トランスポンダ・ビーコンの一方式

*沖電気工業株式会社 小野 沢 和 雄

A Radar Transponder Beacon

*OKI Electric Co., Ltd. Kazuo ONOZAWA

Summary

This description concerns transponder equipment recently developed. This transponder equipment receives radio waves transmitted from a marine radar, and immediately retransmits, to the radar, a pulse coded wave on a frequency near that of the radar; a beacon code signal, therefore, is indicated on the PPI scope. Because the receiving frequency band of the transponder is swept according to the frequency to be transmitted, the IF band width is not necessary too great and only one microwave tube is necessary. The principle specifications of the transponder are as follows;

Transmitting Frequency;	9340 to 9410 Mc (swept)
Sweep Period;	0.1 sec.
Peak Transmitting Power;	250 mW
Element Pulse Width of	
Code;	0.5, 1 and 5 μ s
Number of code Pulses;	4
IF Band Width;	12 Mc

Experiments involving this equipment were performed at sea in order to evaluate its practical performance. The results of the experiments were satisfactory; a satisfactory beacon signal was received on the radar PPI scope, and sufficient arrival range was achieved.

1. まえがき

レーダを装備した一般船舶に対する航行援助装置としてはレイマーク・ビーコンとトランスポンダ・ビーコンの二種類があり、我が国ではレイマーク・ビーコンは観音崎をはじめ数箇所設置され、実用に供されているが、トランスポンダ・ビーコンは未だ実用されていない。レイマークはレーダ・パルスに無関係に常時電波を発射しているので、レーダの PPI スコープ上には方位信号が

表示されるに過ぎないが、トランスポンダはレーダ・パルスにตอบสนองしてパルス符号電波を発射するので、PPI スコープ上には設置点の直後に符号信号が表示される。したがってトランスポンダはレイマークの場合の初認標識的性格と異なり、内海または沿岸における特定地点の確認標識としての利用が期待される。

一般船舶の航行援助装置としてのトランスポンダに関しては、外国では主にイギリスとフランスにおいて関心が示され、実用化試験の報告がなされている¹⁾。我が国でも実用化に関する基礎的資料を得るため、最近試作装置により実験を行なった。

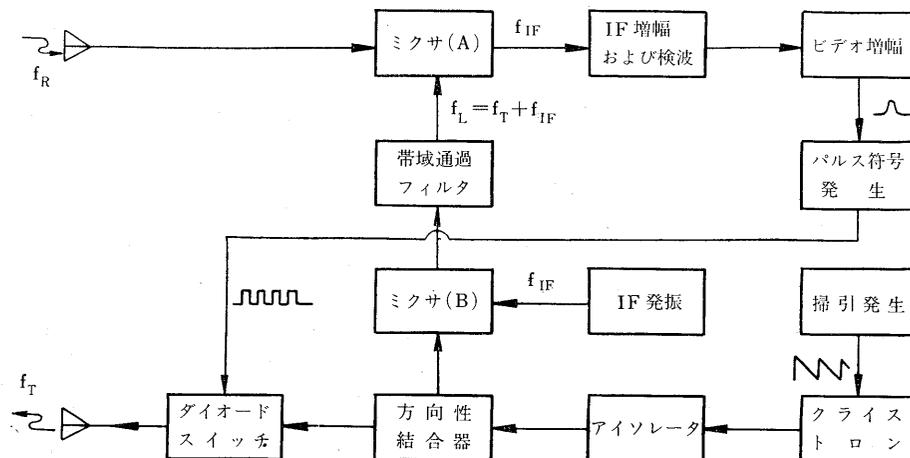
今回試作した装置は送信周波数をレーダ帯域内で掃引しているので、レーダ側では特別の付加受信装置を必要としない。この点はレイマークおよび上記外国の試作装置と同様である。トランスポンダの受信帯域はレーダ帯域内の電波を受信するよう広帯域でなければならない。このためイギリスの試作装置は広帯域中間周波増幅器を使用し、フランスのものは直接映像検波を行なっているが、我々の試作装置は受信帯域を送信されるべき周波数と共に掃引することにより、中間周波帯域は比較的狭くても所要の周波数帯域の受信を可能にしたものである。

以下に試作装置の概要と海上実験の結果等につき述べる。

2. 装置の概要

第1図に装置のブロック・ダイアグラムを示す。図にしたがって動作を説明すると次のとおりである。クライストロンは常時発振しており、その発振周波数はリペラ電極に加えられた鋸歯状波電圧に応じて所要の周波数帯域内で掃引されている。クライストロン出力は無入力信号状態では遮断状態にあるダイオード・スイッチにより反射されアイソレータに吸収されている。方向性結合器によりクライストロンの正方向電力に結合した副線路出力

* 所在地： 東京都港区芝浦 4-10-12
Address: 4-10-12, Shibaura, Minato-ku, Tokyo



第1図 試作装置のブロック・ダイアグラム

はミキサ(B)により中間周波数だけ周波数偏移され、不要側帯波を除去する帯域通過ろ波器を介してミキサ(A)の局部信号入力端子に送られる。受信アンテナより受信された信号はミキサ(A)により中間信号に変換された後、中間周波増幅、検波、映像増幅され、パルス符号発生回路に送られる。パルス符号発生回路では受信信号を時間基点としたパルス符号信号がつけられる。この信号はダイオード・スイッチに加えられ、ダイオード・スイッチは符号パルスの各パルスに応じて開放状態となり、クライストロン出力を通過させ、出力側にパルス符号変調された電波を形成する。この電波は送信用空中線より外部に発射される。

今、トランスポンダの送信周波数を f_T 、局部周波数を f_L 、中間周波数を f_{IF} 、中間周波帯域幅を b とすると、ある時刻にトランスポンダが受信可能な周波数 f_R は、上記の説明により $f_L = f_T + f_{IF}$ であるから、 $f_R = f_L - f_{IF} \pm b/2 = f_T \pm b/2$ となる ($f_L + f_{IF} \pm b/2 = f_T + 2f_{IF} \pm b/2$) なる周波数はレーダ帯域外になるように f_{IF} を選定しておく。したがって b を一般のレーダ受信機の帯域と同程度に選んでおくと、トランスポンダからの返送電波はトランスポンダが受信を行なつたレーダに受信される。レーダ・パルスの幅はトランスポンダのパルス幅よりかなり狭く、したがってスペクトルの広がりには前者の方が広いので、トランスポンダの中間周波帯域幅は本来なら両スペクトルの広がりとの差の分だけ上記の値より大きくすべきであるが、ヘテロダイン受信を行なっているので S/N は十分とれるため、帯域の端で受信して信号電圧が若干落ちてても特に問題はないので、実際上帯域幅は上記の値で十分である。

本装置は上記のごとく中間周波帯域幅を比較的狭くし得ること、およびマイクロ波管の使用本数を一本とし得

ることのため、装置は比較的簡単となつている。また本装置では必要な場合のみ受信を行なうので、他船のレーダに与える妨害の機会を減少させるという利点を有している。

3. 装置の仕様

- (1) 送信周波数範囲; 9340~9410 Mc/s 間掃引
- (2) 掃引周期; 0.1 sec.

周波数掃引の周期は後程検討するようにレーダ・アンテナの回転数と指向性と共にトランスポンダ信号受信の機会に関係するが、大体 3~4 回転に一回位の割合で受信されるよう上記の値にしてある。

- (3) 送信電力; 250 mW

トランスポンダ・アンテナの設置高が比較的高く海拔 50 m 位の場合にはレーダ・アンテナとの見通し距離は 25 マイル位となるので、トランスポンダ信号の到達距離をこの程度までとるためには送信電力としてはおよそ上記程度の値が必要である。送信管としてはクライストロン V-58 (Varian 製) を使用し、その発振モードは電子同調範囲の広い 4 π モードを使用している。

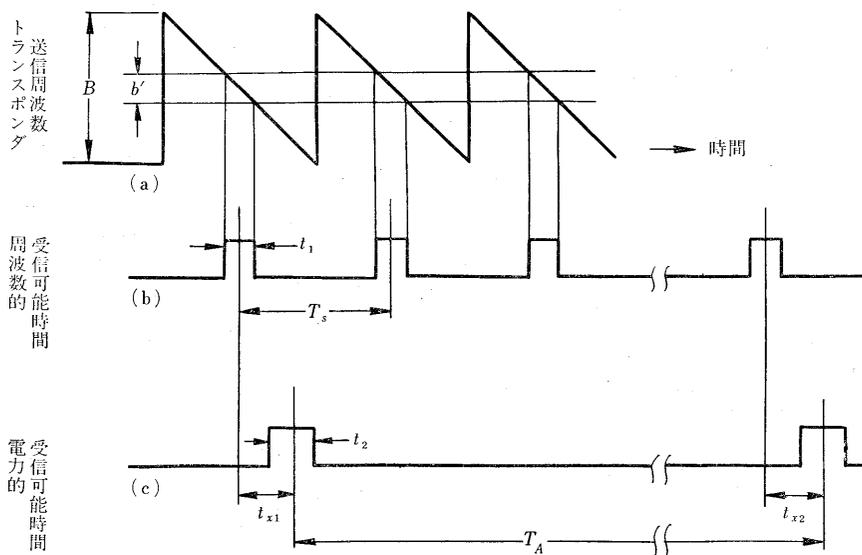
- (4) パルス符号の型式

マーク・スペース比; 1 対 1
 パルス数 ; 4
 パルス幅 ; 0.5, 1, 5 μ s 切換

レーダ PPI スコープ上の標識信号像を比較検討するため、パルス幅は上記のごとく 3 種を切換えるようにした。

- (5) 中間周波数; 150 Mc/s

本装置は受信用ミキサの局部信号を周波数偏移変換してつくっているため、希望変換出力以外の不要側帯波成分をろ波器により十分除去するため偏移周波数すなわち



第 2 図 受信の機会の説明図

中間周波数を高く選んでいる。

(6) 中間周波帯域幅; 12 Mc/s

前記の説明により一般船舶用レーダの受信機の帯域幅と同程度にした。

(7) アンテナ指向性

水平(E面)ビーム幅; 90°

垂直(H面)ビーム幅; 15°

4. トランスポンダ信号受信の機会

トランスポンダの送信周波数と受信帯域は掃引されているので、レーダ・アンテナがトランスポンダ設置点の方向に向いてもトランスポンダ信号がレーダに常に受信されるとは限らない。レーダの受信帯域幅はトランスポンダの受信帯域幅と同程度かこれより小さいので、トランスポンダ側ではレーダ電波を受信しているとして、レーダ側でのトランスポンダ信号受信の機会について検討してみる。

第2図(a)はトランスポンダ送信周波数の時間的变化を示している。掃引周波数幅を B 、掃引周期を T_s 、レーダの受信帯域を b' とすると、一周期毎の周波数的に受信可能な時間 t_1 は

$$t_1 = T_s \times b' / b \tag{1}$$

となる。同図(b)は周波数的受信可能時間を示している。レーダ・アンテナ指向性における受信角度範囲を θ [deg]、アンテナ回転数を N [r.p.m.] とすると、電力的受信可能時間 t_2 は

$$t_2 = \theta / 360 \times 60 / N [\text{sec}] \tag{2}$$

となる。同図(c)に示したごとく t_2 はアンテナ回転周期

$T_A = 60 / N$ [sec] 毎に繰返される。電力的受信可能時間とこれに最も近い周波数的受信可能時間との中心間の時間差を同図のごとく t_{x1}, t_{x2}, \dots とすると、一般に t_x の値は $-T_s/2 \sim T_s/2$ 内の値をとり、掃引の周期とアンテナの回転の間に同期関係が存在しない場合、すなわち p, q を正の整数とするとき

$$pT_s = qT_A \tag{3}$$

なる関係が成立しない場合は、アンテナの回転の回数が多くなるにつれて t_x は上記時間内の値を一様にとることになる。実際の受信が行なわれるのは t_1 と t_2 が時間的に重なり合う場合であるから、 t_x が $-(t_1+t_2)/2 \sim (t_1+t_2)/2$ 内の値をとつたときである。したがってアンテナの全回転数が十分大きい場合、受信が行なわれるアンテナ回転の数と全回転数との比を α とすると

$$\alpha = \frac{[(t_1+t_2)/2] + [(t_1+t_2)/2]}{(T_s/2) + (T_s/2)} = \frac{t_1+t_2}{T_s} \tag{4}$$

$(t_2 < T_s - t_1)$

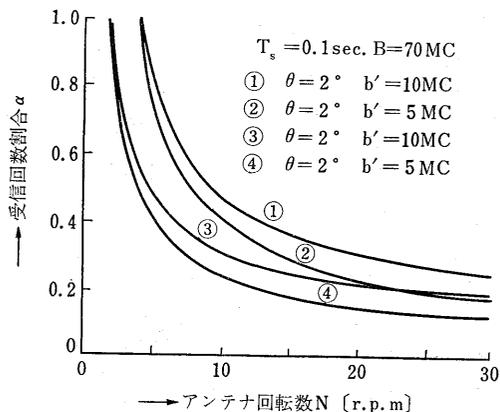
となる。 $t_2 > T_s - t_1$ なる場合は t_1 と t_2 は常に重なり合うので、アンテナの各回転毎に受信が行なわれることになる。正確には重なり合う時間がレーダのパルス繰返し周期より大きくなければ必ず受信されるとは限らないが、一般にパルス繰返し周期は t_1 または t_2 に較べてかなり小さいので、上の考察ではこのことは無視している。

(4)式に(1),(2)の両式を代入すると

$$\alpha = b' / B + \theta / 360 \times 60 / N \times 1 / T_s \tag{5}$$

が得られる。本装置の場合は $T_s = 0.1$ sec, $B = 70$ Mc/s で、船舶用レーダの場合 θ としてビーム幅をとると 1°

~2°, b' は 5 Mc/s~10 Mc/s である。θ と b' の値を与えて N に対する α をグラフに描くと第3図のようになる。N は普通 15 [r.p.m.] 内外であるから、同図により α は大体 0.2~0.4 となる。すなわち大体 2.5~5 回転に1回の割合でトランスポンダ信号を受信することになる。



第3図 アンテナ回転数とαの関係

アンテナの受信角度 θ は遠距離の場合は大体半電力ビーム幅となるが、近距離の場合はトランスポンダ信号レベルが高くなるため θ もそれに応じて大きくなる。したがって(2)式により電力的受信可能時間 t₂ も大きくなる。t₂ が大きい場合、t₂ の端の方で受信した場合は PPI スコープ上のトランスポンダ信号の方位に設置点の方位からややずれることになる。この誤差角の最大値は時間 T_s/2 に相当したアンテナ回転角になるが、PPI 上のトランスポンダ信号を何回か観測すると、その指示方位は大体設置方位の左右に分布するであろうから、方位の判定を誤る可能性は少ないと思われる。

以上の考察では掃引の周期とアンテナの回転の間に(3)式で示される同期関係がない場合について考えたが、一般に T_A ≫ T_s であり T_A は風とか船の運動等の影響により T_s 位の大きさの範囲では常に変化していると考えられるので、實際上(3)式が常に成立しているような状態はほとんどないと思われる。

5. 海上実験の結果と考察

本試作装置を用いて 40 年 8 月石廊崎周辺において海上実験を行なった。本装置を石廊崎燈台の回廊上に設置し、トランスポンダ信号を巡視船“すみだ”に装備してある MR-30 型レーダにより観測した。このレーダの主な仕様は水平ビーム幅、2° 以内、垂直ビーム幅、15°~20°、アンテナ回転数; N=15 r.p.m., 受信帯域幅; b' = 8 Mc/s, 送信電力; 40 kW, パルス幅; 0.25 μs, パル

ス線返し; 1000 c/s, 距離範囲; 1, 2, 6, 15, 40 マイル等である。

実験の結果は次のとおりであった。

(1) 最大到達距離

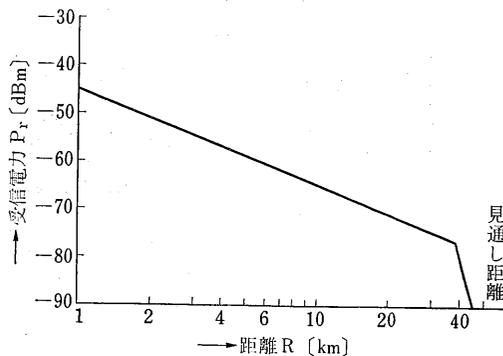
約 25 マイルまで確認できた。

参考までにこのレーダのトランスポンダ信号受信電力を計算により求めてみる。受信電力 P_r は、海面反射係を考慮に入れると

$$P_r = \left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2 P_t G_t G_r F, \quad F = \left\{ 2 \sin \frac{2\pi H_t' H_r'}{\lambda R} \right\}^2$$

$$H_t' = H_t - \frac{d_1^2}{2ka}, \quad H_r' = H_r - \frac{d_2^2}{2ka}$$

にて与えられる。ここに、λ; 波長 (3.2 cm), R; 距離, P_t; トランスポンダ送信電力 (250 mW), G_t; トランスポンダ・アンテナ利得 (13 dB), G_r; レーダ・アンテナ利得 (約 30 dB), H_t; トランスポンダ・アンテナ海拔高 (60 m), H_r; レーダ・アンテナ海拔高 (約 15 m), H_t', H_r' は海面反射点における接平面からのトランスポンダおよびレーダのアンテナ高である。R < R₀ では F=1, R > R₀ では F ≅ (4πH_t'H_r'/λR)² として P_r を R に対してグラフに描くと第4図のようになる。ただし R₀ は



第4図 レーダのトランスポンダ信号受信電力

$4\pi H_t'(R_0)H_r'(R_0)/\lambda R_0 = 1$ より求まる屈折点の距離である。同図よりレーダの実験時の最少受信感度を -85 dBm ~ -90 dBm と考えると到達距離は約 43 Km (23 マイル) となるから、実験結果は妥当である。

(2) トランスポンダ信号受信の機会

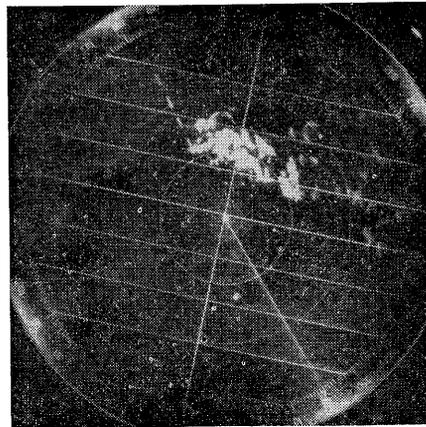
距離が約 1 マイル以上の場合には大体アンテナ 3~4 回転に 1 回位の割合で受信された。距離によつては全々受信されないか 10 回転に 1 回位しか受信されない場合もあつた。距離が約 1 マイル以内では毎回または 2 回転に 1 回位の割合で受信された。

θ = 2° として(5)式により α を求めてみると α = 0.34 となり、3 回転に 1 回の割合となる。近距離では θ の値

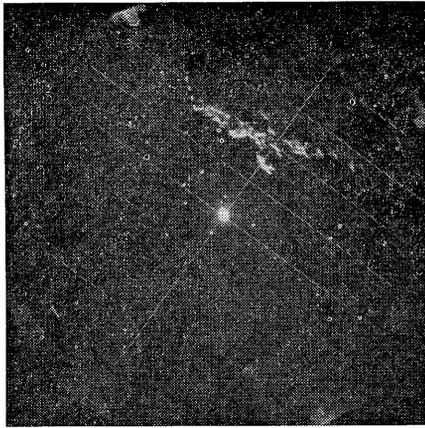
は大きくなるので α はこれより大きくなる。全々受信されないか受信回数がかなり落ちる地点が存在したのは、海面反射波と直接波の干渉による受信電界の谷の位置にあつたためと思われる。

(3) PPI スコープ上のトランスポンダ信号像

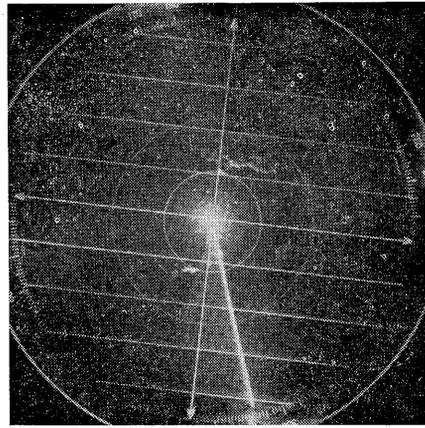
トランスポンダの送信パルス幅が $0.5\mu s \sim 1\mu s$ の場合はトランスポンダ信号が陸地の映像に含まれ、またレーダ観測レンジ 6 をマイル以上にした場合は信号像の PPI スコープ上の長さが短かくて標識信号として判別しにくかつた。パルス幅 $5\mu s$ の場合は 6 マイル・レンジ以上では良好な信号像が得られた。2 マイル・レンジ以下では信号像が長すぎて必ずしも適当とはいえないが、標識信号としての判別はよくできた。第 5 図に 6 マイル、15 マイルおよび 40 マイル・レンジにおけるパルス幅 $5\mu s$ のト



(a) 半径: 6 マイル
設置点の距離: 2.4 マイル
トランスポンダ・パルス幅: $5\mu s$



(b) 半径: 15 マイル
設置点の距離: 9 マイル
トランスポンダ・パルス幅: $5\mu s$



(c) 半径: 40 マイル
設置点の距離: 16 マイル
トランスポンダ・パルス幅: $5\mu s$

第 5 図 トランスポンダ標識信号が表示されている PPI 映像

ランスポンダ信号を含む PPI 映像の写真を示す。

(4) 近距離におけるトランスポンダ信号像

1 マイル以内の近距離においてはトランスポンダ信号像が約 9° の角度差をおいて 2~3 列または全周に表わることがあつた。これは受信電力が増すためレーダ・アンテナの側方あるいは後方ローブでも受信が行なわれるためである。掃引周期 0.1 sec の間にアンテナは $0.1\text{ sec} \times 360^\circ / (60\text{ sec} / 15\text{ r.p.m.}) = 9^\circ$ だけ回転するので、 9° 毎に周波数が合い信号が表われることになる。しかし真の方位に表われる信号の輝度が最も強く、他のものはこれに較べて極めて弱いので、トランスポンダ設置点の判定を誤ることはなかつた。またレーダ映像に較べても極めて淡いので映像を妨害するほどのこともなかつた。第 6 図に設置点の距離がマイルの場合の写真例を示す。

(5) FTC をかけた場合の信号像

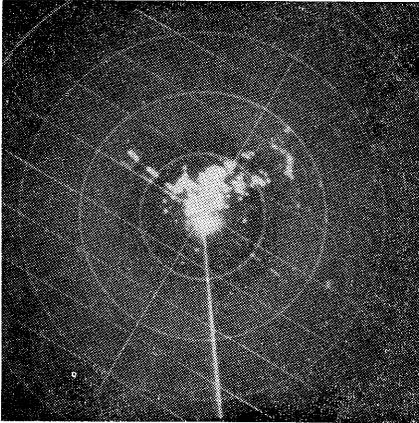
パルス幅 $5\mu s$ の場合について実験を行なつた。レーダ側で FTC をかけるとトランスポンダ信号は微分され、標識信号の線は点となるので、標識信号としての判別はかなり困難となつた。

(6) トランスポンダ信号の時間基点

トランスポンダ装置内の受信から送信開始までの時間遅れは $0.4 \sim 0.5\mu s$ で、PPI スコープ上では 60~70 m に相当する。PPI スコープ上の信号像の観測からはこの距離は正確に出せなかつたが、大体この程度であると推定された。また信号像の距離基点は安定であつた。

(7) 他船のレーダへの応答波による妨害

実験中トランスポンダには常時他船のレーダ波が受信されていたが、観測レーダには他船のレーダへのトラン



半径：6マイル
 設置点の距離：0.5マイル
 トランスポンダ・パルス幅：5 μ s

第6図 近距離におけるトランスポンダ信号の例

スポンダ応答波らしきものの妨害はほとんど表われなかつた。これは前にも述べたように本装置が受信帯域を掃引している方式であることの特徴が示されたものとも考えられる。

6. むすび

送信周波数と受信帯域を共に掃引するトランスポンダ装置に関し、その概要と実験の結果について述べた。実験の結果は到達距離、トランスポンダ信号受信の機会およびPPIスコップ上の標識信号像については大体予想したものであつた。本試作装置は実験のためのものであつて、このままの形で将来実用される可能性は少ないが、本装置により一般船舶に対する航行援助装置としてのトランスポンダの実用化に関して有用な資料を得た。

本装置の試作と実験は海上保安庁との共同により行なわれたものである。御指導と御協力をいただいた下記の方々へ深く謝意を表します。

海上保安庁 電波標識課 清野課長, 只野補佐官,
 山越係長, 仙波技官

同 庁 経理補給部工場 松岡係長, 村松技官

同 庁 巡視船“すみだ”乗組員一同

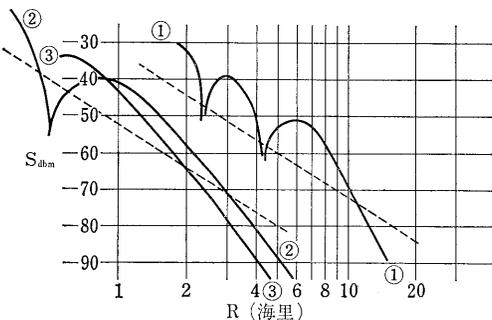
同 庁 石廊崎標識事務所 所員一同

沖電気工業 K.K. 芝浦事業所 岡田技師長, 北里課長, 電波応用課内関係各位

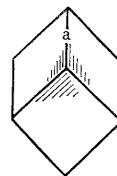
航海設備としてのレーダに関する規定についての私見 (庄司和民) 27ページより続く

資 料 3

i 7 海里的距離にある総トン数 5000t の船舶
 5000t の船 σ は約 10^7cm^2 , H_e は約 15m と想定出来る。



スキヤナ高 10m のレーダ ($\rho=30 \text{kW}$ $G=30 \text{db}$ $\lambda=3.2 \text{cm}$) で探知するとすれば、上の図①のような反射強度となり -80dbm を S_{min} とすれば探知距離は約 12



$$(a=13 \text{cm} \quad 12\pi\lambda^2/\lambda^2)$$

海里となり

ii 10m^2 のエコー面積を有するもの

$$\sigma=10^5 \text{cm}^2 \quad \text{S型リフレクター 1辺 13cm}$$

灯浮標の H_e 約 1.5m とし、スキヤナ高 10m のレーダで探知するとすれば上図②のような反射強度となり、 S_{min} を -80dbm とすれば探知距離は 3.7 海里となる。

iii 海面上 1m に 10m^2 のエコー面積をものリフレクターを掲げた場合③のような反射強度となり探知距離は 3.2 海里となる。

航海設備としてのレーダに関する規定についての私見

*東京商船大学 庄 司 和 民

Personal Opinion of Regulation for Radar Equipment as Navigational Instrument

*Tokyo Merchantile Marine University
Prof. Kazutami SHOJI

Abstract

The regulation for ship's radar, in Japan, has been found in the Radio Wave Rule, as radio equipment, that regulation was based on the "International Convention for the Safety of Life at Sea" 1960. And for the use of radar at sea, the recommendation of Minister of Transportation has been published.

The radar is a important navigation instrument as well a magnetic compass, a sounding machine, a log and etc., but it has not been forced to equip on ship by the Ship's Equipment Regulation.

Now, taking into consideration of importance and spread of radar at sea, auther will emphasize that the Ship's Equipment Regulation has to force to equip a radar on ship.

1. まえがき

船舶搭載用のレーダについての規則は、無線設備としては1960年の海上人命安全条約にもとづいて電波法に規定があり、その運用に関しては運輸大臣の勧告が出されたことは本誌前号に記載のとおりである。

しかし、レーダは船舶の航行に欠くべからざる計器となつた現在、磁気コンパスや測深儀等と同様に、船舶設備規程の中に航海設備として規定してもよい時期に至つていふと考えられるので、ここに、これに関する私見を述べて諸賢の御批判をまつ次第である。

2. レーダ設備基準

レーダ設備基準として次のような事項をもち込む。

2.1 レーダ設備を強制する船舶は次のものとする。(資料1参照)

- 1) 近海区域以上の船舶
- 2) 500トン以上の沿海区域の船舶
- 3) 200トン以上の沿海区域の船舶でこれから新造する船舶

2.2 設置についての注意

- 1) レーダのスキヤナはできる限り、全周の物標を探知するのに障害の少ない場所に設置すること。
- 2) レーダ各装置と他の搭載装置との間に無線妨害の原因、または供給源となることをできるだけ防ぐ手段をつくすこと。(資料2, F項参照)
- 3) レーダ各装置は磁気コンパスに自差を与えないような場所に設置すること。(資料2, F項参照)
- 4) レーダ各装置から出る機械的騒音が、船の安全をおびやかすような可聴音とならないように設置すること。(資料2, F項参照)

2.3 レーダの性能と精度

- 1) 船体がいづれの方向に10度傾いても、殆んど全周の物標が探知できること。(資料2, A項参照)
- 2) 方位分解能は3度以下とする。(資料2, B項(1)参照)
- 3) 距離分解能は最小距離スケールにおいて65m以下とする。(資料2, B項参照)
- 4) 10^6 cm^2 の有効反射面積をもつリフレクタ(波長3.2cmに対しては一辺13cmのS型リフレクタ)を海面上1mに設置したとき、2海里の距離から探知する能力を有すること。(資料2, A項(i), (ii)および資料3参照)
- 5) レーダ各装置はそれらが船に装備された状態において遭遇する振動、湿度、温度のもとで連続作動できること。

参考事項: 某社では基準として次のように定めてい

*所在地: 東京都江東区深川越中島
Address: Fukagawa Etchujima, Koto-ku, Tokyo

る。

温度 -20°C~40°C を約5時間

湿度 95%

振動 振巾1mで1分間1000回の振動を約30分間行なう。

衝撃 トラックに積み悪路走行1日。

6) レーダ指示器は次の操作スイッチをもつP.P.I.方式を標準とし、方位安定装置 (True Bearing 装置または True Motion 装置) 付が望ましい。

- i 方位目盛および方位カーソル
- ii 距離測定用の固定または可変距離目盛
- iii Heading Marker およびそのデイマースイッチ
- iv 海面反射抑制スイッチ
- v 雨雪反射抑制スイッチ
- vi 局部発振器の周波数調整スイッチおよびクリスタル電流計
- vii 感度調整スイッチ (Gain)
- viii その他ブラウン管表示器として必要なスイッチ
- ix 最大20海里以上、最小1海里以下に切替可能な測定距離範囲切換スイッチ。

7) 測定精度は次のようであればならない。(資料2, C項参照)

- i 方位測定精度 3/4 海里以上の物標の方位は2度以内の誤差
- ii 距離測定精度 3/4 海里以上の物標の距離は6%以内の誤差

3/4 海里以内の物標の距離は80メートル以内の誤差

8) レーダ各装置から、船の安全をおびやかすような機械的騒音を発生しないこと。

9) 装置は1分以内に完全作動状態になっているか、またはスタンバイのスイッチ位置が設けられているならば、装置ははじめにスイッチを入れてから4分以内に完全作動状態になるようになっていること。

10) 装置は船舶で普通に生じることが考えられるような電源電圧の変動によつて支障を来たさないこと。

3. 電波航法研究会における質疑応答要旨

(41年7月8日)

上田(ジャパンライン): 2.3(5)の標準があいまいで、未だ連続動作に不安のある状態で、設備を強制するのは時期的に尚早ではなからうか。

庄司: 既にレーダが日本で製作されて年を経ているので不安なものも少なくなつたと考えられる。実際、浦賀水道の船舶交通量を調査したレーダは初期故障が出切つたあとは5日間連続使用に堪えた。また資料1の1頁に見られるように故障が多くて困るという答えは9%にすぎない。それにレーダは必須のものであるという答えは99%なのに対し、なくてもよいと答えたものは僅か1%である。このことから、乗組員はいかにレーダの有用性を重視しているかがわかり、たとえ機械として信頼性に多少の不安はあつても、レーダを設備させることが安全のために大切なことではないかと考える。

岡田(沖電気): レーダがあつた方が安全に役立つというが、よく、反つてレーダがあつたがために事故が起きたという判例があるが。

庄司: たまたま審判にかかるのは事故のあつた船で、その船ではレーダの使用が不適であつたとか、過信したとかが原因になつていことは多い、しかし、その反面レーダがあつたために安全に航海し得たケースはもつと多く、これにどこにも数字となつて表われていないけれども、前述の資料1に、レーダがなくてもよいという答えが1%であることからいえるうかがえると思う。

上田(ジャパンライン): レーダを使用できるのは陸岸より数十マイルにすぎない。そうすると遠洋、近海、沿海などで設備を区別するのはおかしいのではないか。

庄司: 実際は全部の船に装備させたいが、平水区域を航行する船舶は、まづ陸岸を見て航行するものが殆んどであるという見地から設備はゆるやかになつてい。最も関係深いものは沿岸区域の船であるが、沿海区域でもあまり小さい船にまで強制するのは酷であるから、500トンで一応線を引き、将来は200トンにまでしたいので新造の場合は200トン以上としたらというのが原案の趣旨である。

資料 1 (1)

レ ー ダ	遠洋区域		近海区域		沿海区域		平水区域		第1種漁船		第2種漁船		第3種漁船		総計	
	5.2隻	%	6.1隻	%	301隻	%	7.2隻	%	5.8隻	%	167隻	%	2.2隻	%	733隻	%
なし	0		4	6	234	78	67	92	34	59	29	17	1	5	369	50
あり	52	100	57	93	67	22	5	8	24	41	138	83	21	95	364	50
よく使う	51	100	55	98	61	98	5	100	21	91	132	97	20	100	345	97
あまり使わない			1	2	1	2			2	9	4	3			9	3
使わない																
小計	51	98	56	98	62	93	5	100	23	96	136	99	20	95	354	97
必ずいる	49	100	49	100	62	100	5	100	13	93	108	97	17	100	303	99
なくてもよい									1	7	3	3			4	1
小計	49	94	49	86	62	93	5	100	14	58	111	80	17	81	307	82
殆んど故障しない	12	24	14	26	24	40	3	60	7	47	39	39	6	33	110	38
時々故障する	36	71	32	59	31	52	2	40	8	53	51	51	11	61	154	53
故障が多い	3	5	8	15	5	8					10	10	1	6	27	9
小計	51	98	54	95	60	90	5	100	15	63	100	72	18	86	291	80
現在のものどよい	21	47	18	35	23	43	3	60	9	60	54	50	10	53	138	42
故障を少なく	18	40	13	25	18	33	1	20	3	20	31	28	8	42	119	37
精度を高く	5	11	15	29	11	20	1	20	3	20	21	19			56	17
取扱いを容易に	1	2	4	8	1	2					3	3	1	5	10	3
その他			2	3	1	2									3	1
小計	45	87	52	91	54	81	5	100	15	63	109	79	19	91	326	90

資料 1 (2)

レ 一 噸 般 船 別	近海区域 100t~500t		近海区域 500t~5000t		沿海区域 40t以下		沿海区域 40t~100t		沿海区域 100t~500t		沿海区域 500t~1000t		沿海区域 1000t~5000t	
	数	%	数	%	数	%	数	%	数	%	数	%	数	%
なし	3	16	1	2	18	100	86	98	122	77	7	23	1	17
あり	16	84	41	98	0	0	2	2	37	23	23	77	5	83
よく使う	15	94	40	100			2	100	33	97	21	96	5	100
あまり使わない	1	6							1	3	1	4		
使わない														
小計	16	100	40	96			2	100	34	92	22	96	5	100
必ずいる	13	100	36	100			2	100	36	100	19	100	5	100
なくてもよい														
小計	13	81	36	88			2	100	36	97	19	83	5	100
殆んど故障しない	4	25	10	26					13	41	11	52		
時々故障する	10	63	22	58			2	100	19	59	5	24	5	100
故障が多い	2	12	6	16							5	24		
小計	16	100	38	93			2	100	32	86	21	91	5	100
現在のものよい	7	50	11	29					15	50	6	33	2	50
故障を少なく	2	14	11	29			1	50	8	27	8	44	1	25
精度を高く	4	28	11	29			1	50	6	20	3	17	1	25
取扱いを容易に	1	8	3	8							1	6		
その他			2	5					1	3				
小計	14	88	38	93			2	100	30	81	18	78	4	4

資料 1 (3)

漁船	ダ 船 別 数	第1種 40t以下		第1種 40t以上		第2種 40t以下		第2種 40t~100t		第2種 100t以上		第3種 40t~100t		第3種 100t以上	
		数	%	数	%	数	%	数	%	数	%	数	%	数	%
有	なし	23	85	11	36	9	82	19	18	1	2	1	50		0
無	あり	4	15	20	64	2	18	87	82	49	98	1	50	20	100
使用度	よく使う	3	100	18	90	2	100	83	97	47	98	1	100	10	100
	あまり使わない 使わない			2	10			3	3	1	2				
必要度	小計	3	75	20	100	2	100	86	99	48	98	1	100	19	95
	必ずいる	1	100	12	92	2	100	62	97	44	98	1	100	16	100
故障	殆んど故障しない			1	8			2	3	1	2				
	時々故障する	1	25	13	65	2	100	64	74	45	92	1	100	16	80
故障	小計	2	100	5	39	1	50	14	32	14	32			6	35
	殆んど故障しない			8	61	1	50	26	59	24	55	1	100	10	59
故障	故障が多い							4	9	6	13			1	6
	小計	2	50	13	65	2	100	44	51	44	90	1	100	17	85
希望	現在のものよい			9	64	2	100	30	44	22	56			10	56
	故障を少なく			3	21			20	29	11	28	1	100	7	39
希望	精度を高く	1	100	2	15			15	22	6	16				
	取扱いを容易に							3	5					1	5
希望	その他														
	小計	1	25	14	70	2	100	68	78	39	80	1	100	18	90

資 料 2

1962年 海上人命安全条約よりレーダに関して

本会議は次の事項を認めて、以下のことを勧告する。

(1) 船用レーダ装置は視界不良時に他船の存在、航海上の障害物および航路標識について早め警告を得、それらの路離および方位を測定し、他船の航跡を決定する補助手段として、ますます多く利用されること。

(2) このような装置は船が普通に出逢うようなあらゆる天候、海上状態において、これらの要素について必要とする十分な情報を得ることができ、有効な十分な距離において安全な航海を続けられる適当な動作をとることが可能になることに大いに望ましいことでもあるし、もし、これらの機能が低下しているならば、確実に明確な表示を与えなければならないこと。

(3) 作動性能標準が十分でない船用レーダ装置は安全航海に役立たないこと。

(4) すべての船用レーダによつて与えられる映像面の距離範囲の確実な画一化は、それによつてパイロットや航海士は彼等が使用するどの船にとりつけてある装置に対しても早くなれるので、大いに得る所があること。

(5) 一般目的用船用レーダの有効性は、その情報が安定して指示されるという装置がある場合のみ十分認められること。

勧 告

(a) 締約政府はこの条約の第1章が適用される船舶につき、下に掲げる性能標準のスケジュールにおいて示す標準に劣らない作動標準に適合した船用レーダの装備を推奨すること。(第1章が適用される船舶：国際航海に従事する船舶)

(b) 締約政府は船用レーダの方位安定装置を推奨すべきであること。

(c) 機関(組織の意)は、船用レーダの映像の距離範囲の画一化を国際的に統一することができる範囲内で考えるべきこと。

勧告による性能標準

A 有効距離

船舶がいつれの方向に10度傾いても、装置はつぎのものを明瞭に表示できること。

(i) いかなる方向においても、7海里の距離にある総トン数5000トンの船舶

(ii) 約10m²のエコー面積をもつものであれば2海里の距離にある灯浮標のような目標

装置は最小距離100ヤード(92m)で上記(ii)の目標を表示可能であること。

雨雪等の降下物および海からの不要な反射の表示を最小にする装置を設けること。

B 分解能

1. 方位：装置は方位3度以上離れていて、同一距離にある2目標を分離して表示できること。

2. 距離：装置は距離75ヤード(または68.2m)離れていて、同方位にある2目標を最短距離スケール上において分離して表示できること。

C 測定精度

1. 方位：装置は $\frac{3}{4}$ 海里以上の距離にあるいかなる物標のエコーも方位2度以内の誤差で測定する方位測定装置を備えること。

2. 距離：装置は $\frac{3}{4}$ 海里以上にあるいかなる物標のエコーも、その距離の6%以内の誤差で測定する方法も備えること。 $\frac{3}{4}$ 海里以内の測定距離における誤差は90ヤード(または82メートル)以内であること。

D 耐 候 性

レーダ装置はそれが装備されている船舶に経験されるような振動、湿度、温度、変化のもとで連続作動ができること。

E 操 作

装置はあらゆる点で当直航海士によつて操作されるのに適したもので、スイッチを入れ操作することが、主指示器のところでも可能なこと。使う必要があるすべての制御部は近づき易く使いやすいこと。装置は1分以内に完全作動状態になるようになっていないこと。もしスタンバイの位置が設けられているならば、装置は初めにスイッチを入れてから、4分以内に完全作動状態になるようになっていないこと。装置は船舶で普通に生じることが考えられるような電源電圧の変動によつて役立たなくなること。

F 電気および磁氣的の影響と機械的騒音

レーダ装置と他の船にのせる装置との間に無線妨害の原因または供給源となることをできるだけ防ぐ手段をとること。レーダ装置はコンパスの作動に影響を与えないように据えつけること。

各装置からの機械的騒音は、船舶の安全に関係するような可聴音の出ないように制限すること。



Lecture

レーダ使用船の海難とその考察

*東京商船大学 茂在寅男

**航海訓練所 桜木幹夫

Radar and Sea-Casualty

*The Tokyo University of
Mercantile Marine

Torao MOZAI

**The Institute of Sea Training

Mikio SAKURAGI

Summary

JACRAN investigated about many examples of radar-equipped ships in the world.

About this subject, the authors learned from following books and reports:

- (1) "Radar and Collision"—A Handbook for Mariners; by L. Oudet—Captain de Fregate, French Navy.
- (2) "Legal Aspect of Radar and Collision," by Capt. F.J. Wylie: J.I.N. Vol. 18.
- (3) Reports of Japanese Court for Sea Disasters.

The authors classified the disasters in eight groups by their characteristics, and suggested the maneuvering methods in case by case, on the foundation of the conclusions of the courts.

まえがき

昭和40年度において、電航法研究会は海難防止協会からの委託研究として、「レーダ使用船の海難事故の調査」を行なった。その担当として、茂在寅男（東京商船大学）、桜木幹夫（航海訓練所）、庄司和民（東京商船大

学）、木村小一（運輸省船舶技術研究所）、萩野芳造（海上保安庁）、正道憲二（日本郵船 K.K.）、鈴木裕（東京水産大学）、鈴木道正（昭和海運 K.K.）の8人がこの任に当つた。その主たる仕事は、“Radar and Collision” A Handbook for Mariners; by L. Oudet—Captain de Fregate, French Navy の内容検討を行なつたことと、その他のレーダ船衝突事件例などを、海難審判裁決録や、“Legal Aspect of Radar and Collision” by Capt. F.J. Wylie: J.I.N. Vol. 18 などについて調査検討をした。海難防止協会に対しては、すでにその一部を報告したほか、近々別刷の報告書を同協会より公刊する型式において報告を完了する運びとなつているが、電波航法研究会としては、この機会に同テーマについて更に多くの資料を集め検討した。しかしこれらのすべてを上記公刊の印刷物に掲載することは不可能なので、その分の一部を、本誌に発表することとした。発表に当つては、茂在と桜木が執筆を担当した。

なお発表内容は、一応下記の様に、それぞれの海難を通じて得られた結論により指針の形にして類別整理した。

- (1) 装備レーダは状況必要とするときは、義務として

* 所在地： 東京都江東区深川越中島
Address: Fukagawa-Etchujima, Koto-ku, Tokyo

** 所在地： 東京都千代田区霞ヶ関
Address: Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo

使用すべきこと。

- (2) レーダは知的手段をもつて有効適切に使用すべきこと。必要とあらば適切なるプロットイングは義務として行なうべきこと。
- (3) 「適度の速力」を維持すべきこと。
- (4) レーダを単に見るだけでは「相手船の位置を動的に確かめること」ができないこと。(法第16条2項関連)
- (5) 著しく近接することを避けるためのレーダ運用の、機関の停止。(法第16条C項関連)
- (6) 「注意しつつ運航」すべきこと。
- (7) レーダ見張りは、視覚見張りの代りにはならないこと。
- (8) その他——方位、距離の観測記録をすべきこと。

以上の事例について、いちいち衝突などの海難の全ぼうを記述することは頁数の上からも許されないのでこれを省略し、法廷における判事の裁決文の要約の形において取り上げ、関連事項について若干の解説をした。

レーダ船衝突事例と判例による考察

1. 装備レーダは状況必要とするときは義務として使用すべきこと

(1) Thomas Barry—Medford 事件

本件は Thomas Barry 号が昼間、正船首方向に霧堤があることを認めながら、レーダを使用することなく22分後、霧堤に入り1 $\frac{1}{2}$ 分後トローラー Medford 号に衝突し、同船は沈没し7人の生命が失なわれた。

1946年 U.S. District Court における本件の審判ではレーダの不使用について次のように述べられている。

「Thomas Barry 号がレーダを使用しなかつたことは本事件のもつとも重大な点である。レーダの完全な装備は、その船が霧またはその近くにおいて適切に使用すべき義務を新たに負うものと考える。」

(2) Burgan—Bergechief 事件

1959年 Portland 近くで発生、両船ともレーダを装備し Bergechief 号は使用していなかつた。

U.S. Appeal Court 1959年 Judge Medina の見解は次のとおり。

「本件において注目すべきことは、Bergechief 号のレーダが使用されていなかつたことである。私は、このことが過失を構成し、衝突に導いたとする第一審の見解を支持する。航海者がレーダに信頼がおけないと判断した場合はそれをそのまま使用することは不注意かつ危険な行為であるが、このことは、正常な機能をもつレーダが、有効かつ必要な情報を与えているにもかかわらず勝手にそのような情報を得られないとして使

用しないのでよいとするものではない。

船長が、レーダを捨てることは、海図や潮汐表、測深手段などを状況が必要としているのに使用しないことと同じことである。

もし船が正当な機能をもつレーダを装備しているのなら、視界不良の海域に接近したときはレーダを使用すべき明瞭な義務がある。」

(3) Glenville—Willowpool 事件

両船とも晴天暗夜、メキシコ湾で油井台に衝突した。レーダは使用されていなかつた。法廷は (1963)

「レーダは他船との衝突問題だけに使用されるものではない。本件 (Willowpool) において適切な使用がなされていれば、前方の油井台は14~17哩以内で発見し得た筈である。」

とし Willowpool 号は全過失を負わされ、Glenville 号も、運航中状況必要とするとき、レーダの適切有効な使用を怠つたことは過失であるとされ、全責任を負わされた。

これらの判別からみれば、レーダ装備船の船長は、性能に信頼がおけない場合を除き、霧中でレーダを使用しないことは、過失を構成し、晴天の場合でも、状況必要とするときはレーダを有効適切に使用すべきことが示されている。

2. レーダは知的手段をもつて有効適切に使用すべきこと。必要とあらば適切なるプロットイングは義務として行なうべきこと。

(1) Chusan—Prospector 事件

1955年 ドーバー海峡で夜間衝突、Prospector はレーダをもっていない。

法廷 (Mr. Justice Willmer) の見解

「特殊な海域であること、および視界の状況を考慮し、かつレーダの観測が連続的に行なわれなかつたことから Chusan 号の速力7ノットは過大であり、過失の責任 (1/4) を負うべきである。」

(2) Prince Alexander—Roganaes 事件

1955年 E. Goodwin 灯船付近で夜間衝突。

「PPI は明らかに誤差を含む可能性がある。本件のような状況下では1人の要員による連続的な観測を行なうこと。さらに信頼できる測定ができるなら、それによつてプロットイングを行なうべきである。」

(Lord Somervell 1955)

(3) Guilford—Temple Bar

1956年 Whitby 沖で夜間衝突、Temple Bar 号はレーダ無く、Guilford 号は2哩で相手船をレーダに認めている。

法廷における Lord Merriman の見解

「Guilford 号はレーダを装備している優位性があり、どの方向に相手船が存在するかを知っていた。もし当直航海士が、彼の義務を逆行し、映像目標の連続観測をプロットしていれば、相手船が危険な関係で接近していることを知った筈である。」

(4) Winchester—Haslemere 事件

1956 年 West Solent 沖、夜間、両船ともレーダをもち、Haslemere 号は相手船を 4 浬で認め、接近速度は 25 ノットであった。

本件における Wreck Commissioner の見解は

「一般にレーダは、他船の船首方向を示さず、その針路速度は注意深いプロットによつて確かめられる。本件のように高速接近は注意深いプロットを行なう時間の余裕がないことを意味する。法廷は、レーダによつて得られる情報は慎重な解析評価が行なわれ、かつ解析評価するに余裕のあるときのみ、実際に有効な航行援助となることを強調すべきである。」と述べた。

(5) Santa Rosa—Velchem 事件

1959 年 Jersey Coast 付近、夜間衝突。Santa Rosa は相手船を 4.9 浬、Velchem 号は 8 浬で検出、接近速度 32 ノット。

U.S.C.G. Enquiry における裁決

「本件においては、両船のレーダによる動静誤断もまた衝突の一つの要素である。Santa Rosa 号は 2 回の距離方位プロットを行なっているが、これでは相手船のゆるやかな右変針を探知するに不十分であり、2 回だけの観測は两点間の直航針路、速度を示すに過ぎない。この結果 Santa Rosa 号は相手船の動向を見誤り、相手船が安全に航過すると誤断した。一方 Velchem 号では、プロットを行なわず、相手船の針路速度の算定をせずに動向の判断を誤まつている。」

安全避航動作の正確な決定は、概ね連続したプロットによつてのみ行ない得るものである。」

「……衝突前 1 時間半以上もの間、当直航海士がレーダレンジを 3 浬のままとしていたことは不注意であり過失を構成する。」

(6) Siena—Atis 事件

本件は Hook of Holland 沖で発生し、レーダの表示方式について Dutch Court of Enquiry では

「レーダにより他船の動静を判断するには North up 表示の方が Ship's Head up の相対表示方式よりも遙かに容易である。」

本件のような状況のもとでは、船長は、レーダの使用法を自身で決定すべきであり、表示方式、レンジ

スケールはプロットを対称に選定指示すべきである。」

と述べている。(Road de Sheep Vaart)

以上のような法廷における見解から、レーダを使用する場合は、有効適切に行なわなければならないこと、すなわち、調整および表示方式レンジを適切にし、連続した観測とプロットによつて、相手船の動向を確かめるべきことを怠つた場合は、状況によつて過失とされることが示されている。

3. 「適度の速度」を維持すべきこと

(1) 汽船 S 丸—機船 M 丸事件

1957 年遠州灘で夜間衝突。M 丸はレーダなく S 丸は、大型船が船首方向から接近するのを認め、左旋回をして航過した後、左舷船首 5°, 6 $\frac{1}{2}$ 浬に M 丸を探知、レーダで相手船および付近の漁船群を観測しながら減速せずに航進し、M 丸 1.5 浬で映像が判然としなくなつたのでレーダの使用を止め右変針 15° を行ない 6 ノットに減速、前方に丸の霧中信号を聞き機関停止、右転一杯、右舷船首間近くに白緑 2 灯を視認、全速後進としたが間に合わず衝突した。

本件の第二審裁決では

「S 丸は海上衝突予防法第 16 条第 1 項違反(霧中において適度の速度とすべき項)かつレーダで自船の船首方向に近く他船の映像を認め、互に接近する状況であつたにもかかわらず、なお進航を継続し他船の霧中信号を聞くに及んでみだりに転舵進航したことが衝突の原因」としてゐる。

本件は、濃霧のとき S 丸が単に機関用意としたのみで、減速せずに霧中を全速進航しているので、明らかに法第 16 条 1 項の違反であるが、最初に、大型船らしき反航船に対しては左旋回という思い切つた処置をとり、安全に航過した直後に別の船と相対し、衝突した特異な例である。

最初にとられた慎重な処置が、次の段階でなぜ失なわれたかは議論のある所であるが、しかし、航行中はできるだけ機関の操作をしないで、操舵による転針のみで危険を避けようとする船橋の操船者の一般的傾向が、衝突の根本的な原因となつている点を見逃がすことはできない。

(2) Southport—Finnborg 事件

1949 年英国海峡で昼間衝突。Finnborg 号はレーダ無く、Southport 号は相手船を 7 浬で検出、接近速度 21 ノット。

Mr. Justice Picher の見解

「レーダ装備船はその装備された機器を有効に使用しなければならぬ。本件において Southport 号装備レーダは有効適切な使用がなされておらず、したがって装置がもつ優位性を発揮しなかつたばかりでなく、逆にその機器を濃霧中、高度の過大速度で航行するために使用したといわざるを得ない。」

(3) Grepa—Verena 事件

1960年、アフリカ北岸、薄明直前衝突。両船ともレーダを装備し、Grepa号は相手船を15浬から認め、Verena号は相手船が接近するまでレーダを使用していない。接近速度29ノット。

Court of Appeal, Justice Willmer の見解

「第一審での判決は Grepa 号が相手側を 15 浬で認め、反方向で方位変わらず接近していたのを知りながら減速していないことを過失とした。

少なくとも午前5時以降、Grepa号が全く過大な速度で航行していたことは疑う余地がない。霧中の航行である限り、その船の全速航行が法第16条a項にいう適度の速度になると考えることはできない。」

(4) Kurt Alt—Petrel 事件

1962年、Mr. Justice Howson の見解

「もしレーダが有効適切に使用されるならば、制限された視界時の速度として、レーダがない場合の“適度でない速度”もある程度考慮されるかも知れない。この場合の速度としては安全に航行し得ること、レーダの情報にもとづいて機、を失わずに速度を減じ、または行き脚を止めることを条件としてのみ決められるだろう。」

(5) 汽船 P 号—漁船 I 丸事件

1965年、石室崎南方で昼間衝突。I丸は39吨型漁船でレーダなく、霧中半速(6ノット)に減速したが、霧中信号を行なっていない。P号は、霧中信号を行ない、機関用意としたが、レーダで他船を前方に認めてから減速するつもりで19ノットの全速航進をしていた。ところが、レーダで他船をとらえないでいるうちに、突然I丸を右舷船首に認め、機関停止、全速後進としたが間に合わず衝突した。

本件の判決では、P号、I丸ともに法第16条1項、すなわち、適度の速度に対する違反およびI丸の霧中信号違反があげられている。

この事件は、視界が悪くなくてもレーダをもっているが故に、通常の航海速度で航行し、もし、レーダ面上に他船が表われたら、そのとき減速しようとするレーダ装備船の一般的傾向の典型である。

正常な機能をもっているレーダを、注意深く観測すれば、39トンのI丸は少なくとも7浬以上で検出される

筈であり、P号では、おそらくレーダの調整が不十分か、連続観測を怠つたかのいずれかであろう。

レーダ面に映像がないまま、衝突した例は他にも数件ある。1例としては、レーダ死角(マストの影の部分)から他船が方位不変のまま接近し、衝突しているものがある。

単にレーダをもっているからというだけで霧中を全速航行することは、このような実例から全く危険であり法第16条1項の適度の速度は、レーダを装備していても、なお十分に守られるべき規則である。

本件ではI丸について6ノットに減速しているが、なおかつ速度過大と裁定している。

(6) Santa Rosa—Velchem (2. (5) と同じ)

U.S.C.G. Court of Enquiry

「衝突する数秒前まで Santa Rosa 号は 21 ノットを超える速度で航行した。レーダを使用しているとしてもこの速度は明らかに不当である。

レーダは Velchem 号が危険距離に接近することを示していた事実は、速度を適度とすべきことを一層強調しているものと見るべきである。」

レーダ船の衝突事件の殆んどは過大速度、すなわち法第16条1,2項違反である。しかし「適度の速度」とは、具体的に何ノットを指すかを示した例はない。四囲の状況、船の大きさ、性能等によつて変るものであるから、具体的な数字をあげることができないのは当然であるが、半速に減速したとしても、「適度の速度」とはならない判例は数多く見受けられる。

4. レーダを単に見るだけでは「相手船の位置を動的に確かめること」ができないこと(法第16条2項関連)

「位置を確かめる」ことの解釈に関する事例はレーダ以前の事件でいくつかの判例がある。

(1) Luso—Margarete 事件

1933年 Justice Langton

「船首からの方位が掬がつていることを知つたというだけでは、規則にいう位置を“確かめた”ことにならない。相手船の爾後の針路変換があり得るからである。」

(2) NYK—China Nav. Co. 事件

1935年 Lord Macmillan

「規則に示される意味において、他船の位置を確かめるということは、両船が衝突の危険なくして安全に航過する関係にあることを明らかに知ることである。」

これらの判例の意味するところは、単に両船間の相対の関係位置、すなわち、一方の船からの方位、距離だけ

で示される位置をいうのではなく、相手側の針路、速力、衝突の恐れの有無、動向の変化等を明らかに知つた上での動的な関係位置を指すものと解釈される。

(3) 紫雲丸—第三宇高丸事件

1954年、瀬戸内海連絡船航路で霧中早期衝突。両船ともレーダを装備し、それぞれ相手船を2浬に認め、霧中信号を聞いているが、減速せずに続航し、衝突。紫雲丸は沈没し、多数の乗客の生命が失なわれた。

海難審判の結果、裁決は次のように述べている。

「本件においては両船とも減速して、プロットイングを行なうこともなく、相手船の動静を憶断して転針し、互に無難に航過し得るものと誤つて判断している。結局、濃霧中に法第16条の規定に違反し、その速力過大であつたのみならず、前方に他船の霧中信号を聞き、その位置を確かめることができないのに、すみやかに転機関の運転を停止せず相手船の動静を憶断し、みだりに転針進航したことが、その原因である。」

(4) Prince Alexander—N. O. Roganaes 事件 (2. (2) と同じ)

Roganaes 号のレーダにより“位置を確かめた”とする主張に対し、House of Lords の Lord Somervell は、NYK—China Nav. Co. 事件の Lord Macmillan の判例を引用し、その主張を却下した。

(5) Sitala—Niceto de Larrinaga

1956年 Beachy Head 沖、昼間衝突。Larrinaga 号はレーダ無し。

Mr. Justice Hewson の見解 (1963年)

「このような状況下において、位置を確かめたとして機関を停止しないで航行する船は、相手船の針路、速力、さらに最接近点 (C.P.A.) を正しく観測し、確認する義務を課せられることになる。」

(6) Keasage—Oriana 事件

1964年 Long Beach 沖で昼間衝突。

U.S. District Court, Judge Kilkenny の見解

「Keasage 号はレーダにより位置を確認したと主張するが、レーダ情報は、実際の状況よりおかれて表示される“practically useless”なものであるから、その主張をとりあげることはできない。」

現在のレーダの機能から、連続した観測、プロットイングにより、相手船の位置、速力、針路、C.A.P. を求めることはできるが、これらはいずれも過去情報であつて、視認と同じような即時の情報、および相手側の動作変化を知ることはできない、まして、霧中信号が聞こえる範囲のような近接距離の場合は、プロットイングなどの解析作業自体無意味のものとなり、レーダで得られる

ものは概略の相手船方位距離だけである。

判例にも示されているように、現今のレーダでは法第16条 b 項にいう。“その位置を確かめる”ことはできないゆえに、霧中で他船と接近した場合で正横前方に霧中信号を聞いたときは、すみやかに機関の運転を止め、しかるのち危険が過ぎ去るまで注意しつつ運航しなければならぬとの判例が目につく。

5. 著しく近接することを避けるためのレーダ運用と機関の停止 (法第16条 c 項関連)

本条項は、1960年の SOLAS 条約で法第16条 a, b 項に続いて新しく規定されたレーダの運用関連条文である。したがつて、特に本条文に抵触したとする審判例は少ないが、レーダ船の事故の場合は、殆んど関係する内容であるから、関連実例としては今後事故が起こるたびに増えてゆくと考えられる。

(1) Grepa—Verena 事件 (3. (3) に同じ)

Court of Appeal, Justice Willmer の見解

「既に指摘したとおり Grepa 号は早期に大巾な動作をとることにより Verena 号に十分広い場を与え、衝突の危険を回避し得る条件をもつていた。たとえその機会を失しても速力をさらに減じ、行き脚を止めることにより衝突を回避する機会があつた。

……規則第16条 c 項では著しく接近する状態を避けるために、早期に実質的な動作をとることを規定している。

もしこの状態を避けることができないときは、第16条 b に規定することと同じ注意が要求されているものと思う。すなわち、ここでは機関を停止し注意しつつ運航することである。“著しく近接する状態”とは、船の大きさ、種類、速力によつて判定される。本件のような場合、この状態として相当大きな距離範囲を含むと考えるべきで、あえていうなら、ヤード単位でなく、浬単位で表わす程度を意味すると解釈するのが妥当である。」

法にいう“著しく近接する状態”が、自船を中心として1浬か2浬または3浬か、具体的にいうことは“適度の速力”と同様に難しく、前掲の Justice Willmer は、ヤード単位でなく浬単位で表わす程度と甚だばく然とした範囲を示している。

船の大きさ、性能、状況によつて異なるが、衝突が不可避となる状態、最善の協力動作をとり得ないような状態を基準に考えれば、この範囲を2浬と考える英国の航海者たちの説は一応うなずける範囲であろう。

6. “注意しつつ運航”すべきこと

法第16条 b 項にいう“注意しつつ運航する”とは、この段階において急激な針路の変換を行なわないこと、

速度は最低限とすべきことを意味している。

(1) Thorshovdi—Anna Salen 事件

1954年 Pentland Firth で夜間衝突，両船ともレーダ使用。

Mr. Justice Willmer の見解

「両船とも異なつた状況，異なつた時間にはあるが，相手船の動向に対する正しい知識ももたずに，むやみに変針を行ない，シーマンシップの重要な守則を犯しているものと認められる。」

(2) Caperata—Rigel 事件

North Sea JE5 ブイ付近屋間衝突。

1960年 Hamburg Marine Court の見解

「相手船がレーダ面の船首方向4連で認められ，引き続き接近していたのであるからここでは機関停止，または後進により減速すべきであり，その速度は相手船が視認されたとき適切な動作がとれる“舵が効く”最低速度とすべきであつた。」

近接した状態で，みだりに転針したことを不可とした判例は数が多い。また，速度については，舵効速度とした状態でも，行脚を止めるべきであつたと指摘された2, 3の例(Threshovdi号事件, Bergechief号事件)がある。

7. レーダ見張りは，視覚見張りの代りにはならないこ

と

(1) Triton—Baronof 事件

British Columbia の Georgia 海峡で晴天夜間衝突。Canada Exchequer Court, Judge Smith の見解

「レーダにより水先人が操船中であつたがレーダを使用しているからといつて航海士が見張りの位置から離れてよいということにはならない。」

8. そ の 他

プロットイング，方位，距離の観測記録は一般に船でとられていないために，これを証拠とした例は少ないが，レーダ記録は自船の動作と慎重なレーダ運用を示す重要な立証資料である。Prince Alexander号(2.(2)例は3回の方位観測記録が証拠となり，船長の証言が認められている。

霧中でレーダを使用して他船と航過するときは，できる限り記録をとらなければならないと考えるべきであろう。

参 考 文 献

- 1) Capt. F. J. Wylie; Legal Aspect of Radar and Collision, JIN Vol. 18
- 2) 海難審判裁決録
- 3) 王屋文男; レーダ装備船の衝突事故について, 航海第11号
- 4) 電波航法研究会; レーダの運用指針

切手コーナー

電 波 航 法 の 切 手

多数発行されている切手の中から電波航法に関係のあるものを探すと，その数は意外に少ない。

ここにのせたのは，パナマから発行された航行衛星トランシット2Aの切手である(図の上)。現在，アメリカ海軍の航行衛星システムとして運用に入り，原子力機動艦隊や原子力潜水艦の航海に利用されているシステムは，Johns Hopkins大学のApplied Physics研究所が海軍からの委託を受けて開発したもので，衛星からの電波の周波数のドブラ・シフトの測定によつて船の位置を求める。このシステムの原理については，本誌の4号(伊藤・人工衛星を用いた航法)に述べられているので，ここでは繰返さない。システムが運用に入るに先立つて，1B, 2A, 3B, 4A, 4B, 5A(外に打ちあげ失敗した1Aと3A)など数個の実験衛星があげられている。トランシット2Aは1960年6月22日にあげられた2番目の実験衛星で精密な時計をつみ，航行衛星の可能性を試験するのが目的であり，打ちあげ当初は遠地点1,073km，近地点626km，傾斜角67.5°，周期101.2分であつた。この衛星はグレブという太陽の放射線測定器を積んだ衛星と一つのロケットで打ちあげられた双子衛星の第1号である。最近の情報では，トランシット2Aは電波は送信していないがまだ軌道上にあるとのことである。

この切手は，パナマ運河上空にある衛星であるが，METEOROLOGICOと書いてあり，気象衛星であるこ

とを示しているが，これは明らかに切手製作のミスである。下の図は同時に発行され，同じ図柄の通信衛星テルスターである。(KK)





Observation

水路測量その他に使用する水中音響機器の解説

*海上保安庁水路部 今吉文吉

A Brief Description of Underwater Sonic Equipments

*Hydrographic Div. of Maritime
Safety Agency

Bunkichi IMAYOSHI

The well-known underwater sonic equipments are fish-finder and echo-sounder. The principle is the same with each other, but echo-sounder is characterized in sever regulation of stylus-speed, multi-recorder and in digital indication. Multi-beam echo-sounders are developed through practical demands. The author described sonic-layer-profilers, velocimeters and other sonic equipments in this paper.

標題に“音響”機器としたが、水中機器に関する限り“音響”と“超音波”とはほとんど区別されずに使われている。超音波とは“人の耳に聞えない音、あるいは聞こえない程高い音”と一般に了解されているが、東工大実吉教授は“人が聞くことを目的としない音波”と定義してはどうかと提案されている。このことから超音波といふ音響というも間違いとはいえない。ともかく水中で使われる音響は 100 c/s から 10 Mc/s に及んでいる。

一番よく知られている水中音響機器は魚群探知機と音響測深機とである。この両者は原理的には同じであるが、ビーム巾、周波数等に多少の違いがあり、また一番大きな違いはペン速度の規正の点である。魚探機ではペン速度の精度は 1~3% 程度であるが、測深機では 10% 程度には押えてある。

次に各種機器について述べるが、最初におことわりしておきたいのはここに述べるのはこのようなものもあるということで、最近の動向だという意味ではないという

ことと、説明の都合で商品名を書かざるを得なかつたということである。

1. 魚群探知機

魚群探知機では 10~50 kc の中の一波と 100 kc または 200 kc の中の一波とを組み合わせた 2 周波式のものがある。これはビームの広い低周波で広く探し、高い周波数で分解能を高めようとするものである。

また広く探す意味で垂直方向だけではなく多方向、例えば 4 方向（斜前方、斜右、斜左、直下）に超音波のビームを出す方式とか、超音波ビームをスキヤンする方式などがある。スキヤンするのに直下を左右にスキヤンするものと、斜前方をスキヤンするものがあるが、斜前方をスキヤンするものには、俯角可変のものと俯角固定のものがあり、いずれもセクタースキヤンができる。

底曳用として底着魚を発見するため通常の記録式と CRT 表示とを併用しているものや、マジックアンプまたはホワイトラインと称して海底を細い線として表現する回路をもつものなどがある。

またトロール用として網の深さおよび開口の具合を記録させるネットヴィジョンがあり、送受波器と記録器を超音波でリンクして、網の深さを測るネットレコーダー更にネットレコーダーに水温を入れたネットゾンデ等がある。また送受波器と記録器とを電波でリンクしたテレサウンダーがある。その他水産庁漁船研究室では水の上からの魚群探知の実験に成功している。

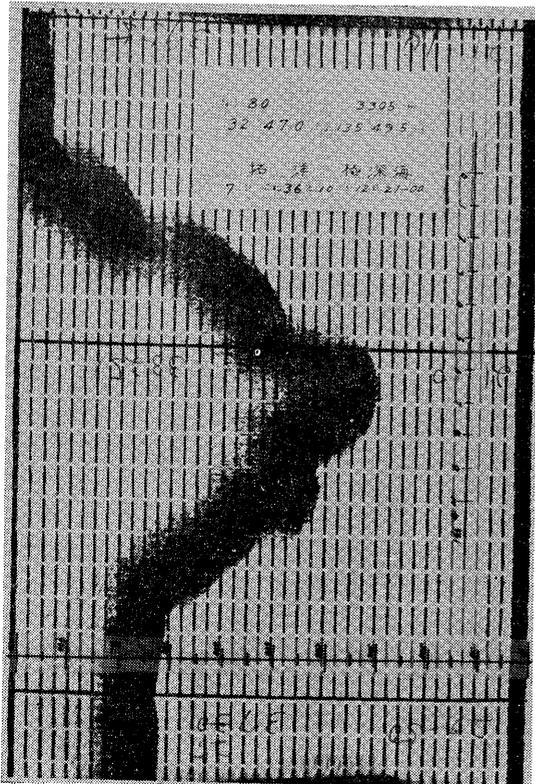
* 所在地： 東京都中央区築地 5 の 1
Address: No. 5-1, Tsukiji, Chuo-ku, Tokyo

2. 音響測深機

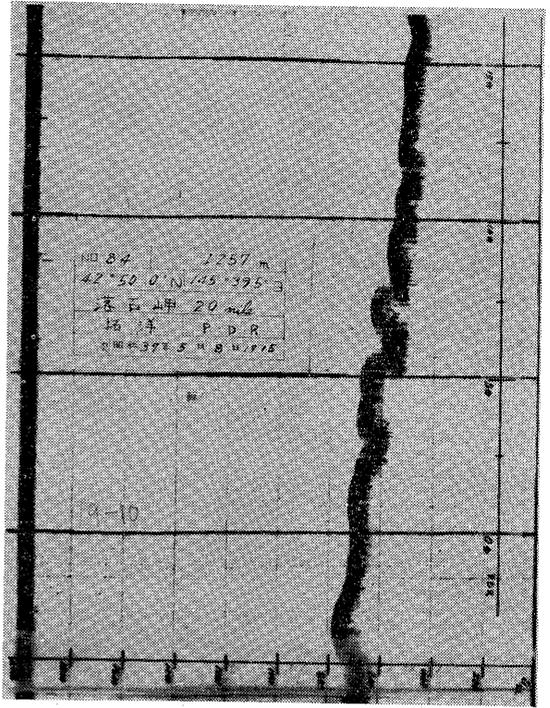
所定の深さより浅くなると警報を発するエコアラームというものがあるが、これは測深というより航路保安という意味である。測深機には記録器を複数個もつたものがある。これには2つ意味があり、一つは回転数切換に相当する部分拡大であり、他の一つはリモート表示である。測深機には自動タイマーがついているものがある。これは任意時刻から所定間隔(20秒, 30秒, 40秒, 1分または5分)毎に予令と号令を出し、号令と同時に記録上に固定線を入れるものである。固定線を入れるものでは、ログと組み合わせて一定距離毎に記録上に固定線を入れるものがある。またラジオログと組み合わせて、船の移動距離に紙送りを比例させて、記録の縦横比を一定にする試みもされた。

測深機の記録読取りには経験を必要とするが、それをわかり易くするため、記録を計算機構を通じて一本の線として海底を表示する機械もある。この場合魚群、雑音等に対する対策も講じてある。線として表現する方法は後に述べる Fahrentholz 型掃海機でも試みられたが、水路測量者には生のままの記録の方が多くの情報を含んでいるという考えで、改良型では生の記録に改められた。

記録表示の方法としてデジタル表示がある。これは



第1図 極深海音測記録



第2図 PDR 記録

線表示と多少意味が違う。電波測位機(例えば Two Range Decca Hi-Fi 等)、遠隔指示驗潮機と測深機とを組み合わせ、計算機図化機によって自動的に測量原図を作成する自動図化機の input としてはデジタルである必要があるからである。この場合も測深機のアナログ記録は欠かせないというのが通説のようである。昔測深航法が一部で行なわれていたが、その近代化されたものを NASA の有人衛星援助計画で Bathymetric Navigation Equipment として行なっている。これはある区域(例えば 4 湫×4 湫)の精密測量をあらかじめ行なつて置き、その海底地形の情報をデジタル化して計算機に記憶させておき、援助船の位置を海底地形によって速やかに決定する方法である。

超音波ビームには拡がりがあるので、単一の点も記録上では双曲線として現われることはよく知られている。前述のデジタル化や、また近年海上重力、海上磁気などの解析とも関連してビーム巾を極力狭くする工夫がなされている。しかし船のローリング、ピッチングは避けられないので、単にビームを鋭くするだけではその目的を達し得ない。そこで開発されたのが NBT (Narrow Beam Transducer) である。これは船首尾線と直角に送波器多数をならべ、ジャイロと連動する移相器で各送波器にフィードされる位相を調整して、位相合成された輻射超音波の主軸が常に鉛直方向にあるようにし(船尾尾方向に広く、それと直角に鋭いファンビーム)、一方測

波器群はキールに平行に多数ならべる（受波特性は船首尾方向に鋭く、それと直角に広い）。したがって鋭いペンシルビームを常に鉛直方向に出しているのと同じ効果を得ることができる。

3. 音響掃海機

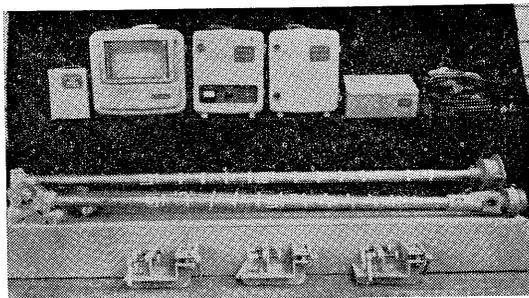
人工的に浚渫した港湾や航路が多くなり、急峻な傾斜をもつ掘り残しを洩れなく発見する必要が起こった。そのため測量方法を改良したが、その一環として開発したのが音響掃海機である。したがってこれは水深30米位までを目的としている。掃海機には次の種類がある。

1 型

ビームをスキヤンしてCRT上で見るものである。CRT映像を長時間休みなく見つめているのは疲労が大きいし、海底からの信号が強く中途の1~2回位の反射しかない物体は見付け難い。現在は使っていない。

2 型

超音波ビームを3方向（直下、右、左）に出して記録



第3図 掃海機 2型

させるもので水路測量の現用機である。先日の全日空の機体捜査の際、ほとんど全部この機械で発見した。但し異物発見はできても、それが何であるかの確認はできない。

3 型

100~280 kc の中8波を使った8素子掃海機である。全部直下として使う。有効紙巾260mm（実際の紙巾300mm）遅延時間を作るのはすべてクロックパルスを計数して行なっている。

4 型

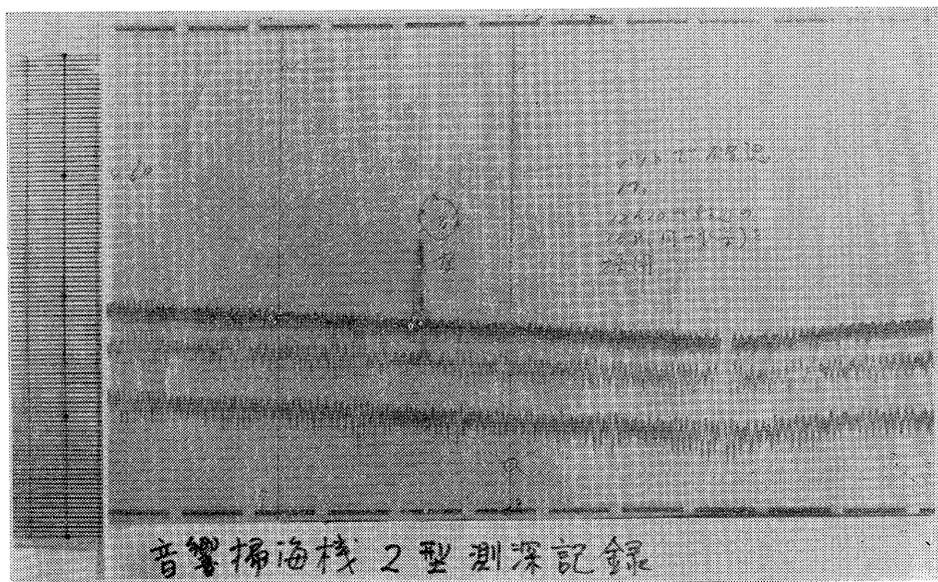
2型に一素子増やし、4素子とし、自動タイマーをつけたものである。

Fahrentholz 型

スウェーデン水路部がドイツに開発を依頼製作したもので50素子である。したがって日本の掃海機のように測量船で使うことを目的としないでかなり大きな船で使っている。この機械は50個ある送受波器を数個づつまとめることもできるようになっている。船の進行方向に直角に送受波器が配列してあるので、進行方向に平行な縦断面図が50できるわけであるが、これを進行方向と直角な横断面に変換する機械も作っている。また前述したが記録の数が多いので試作当初は反響音を成形してパルスとして、細い線で記録を書かせたが、やはりそのようにすると失われる情報が多いというので反響音をそのまま記録させる方式に帰ったことは注目してよい。

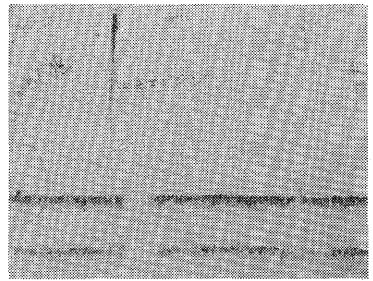
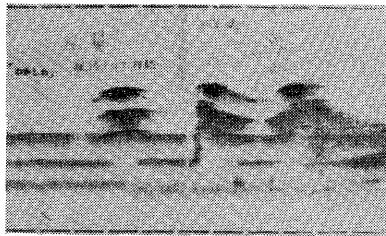
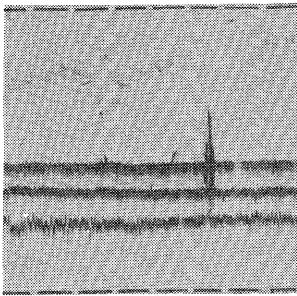
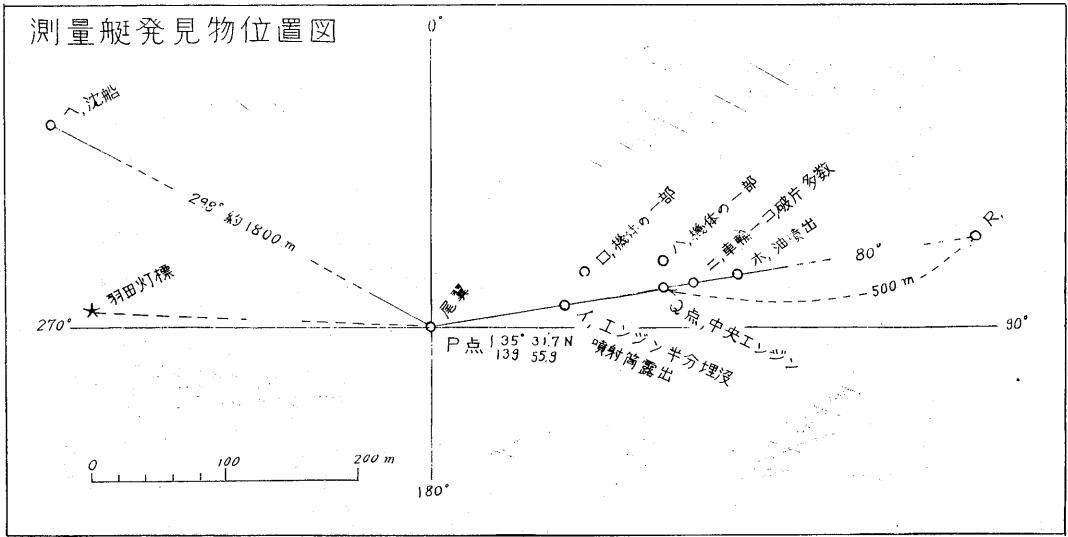
ソナー

超音波ビームをスキヤンして潜水艦等の目標物を発見する装置であるが、スキヤンする方法に、送波は無指向



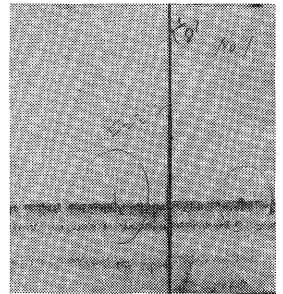
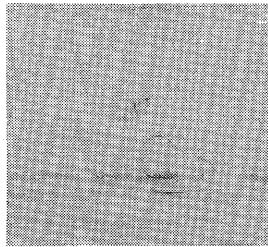
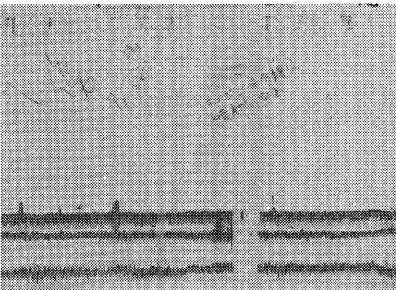
第4図 2型記録

全日空機遭難機体搜索資料



P点

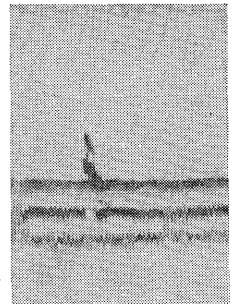
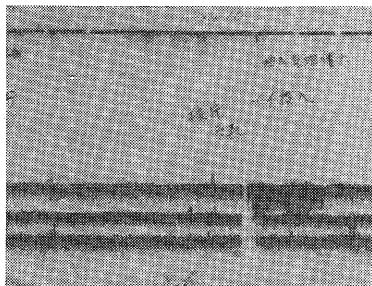
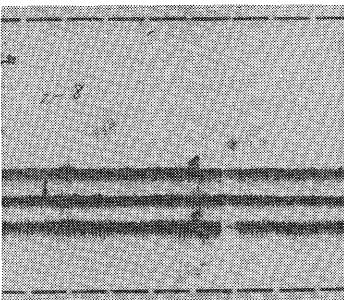
Q点



イ

ハ

ア



ニ

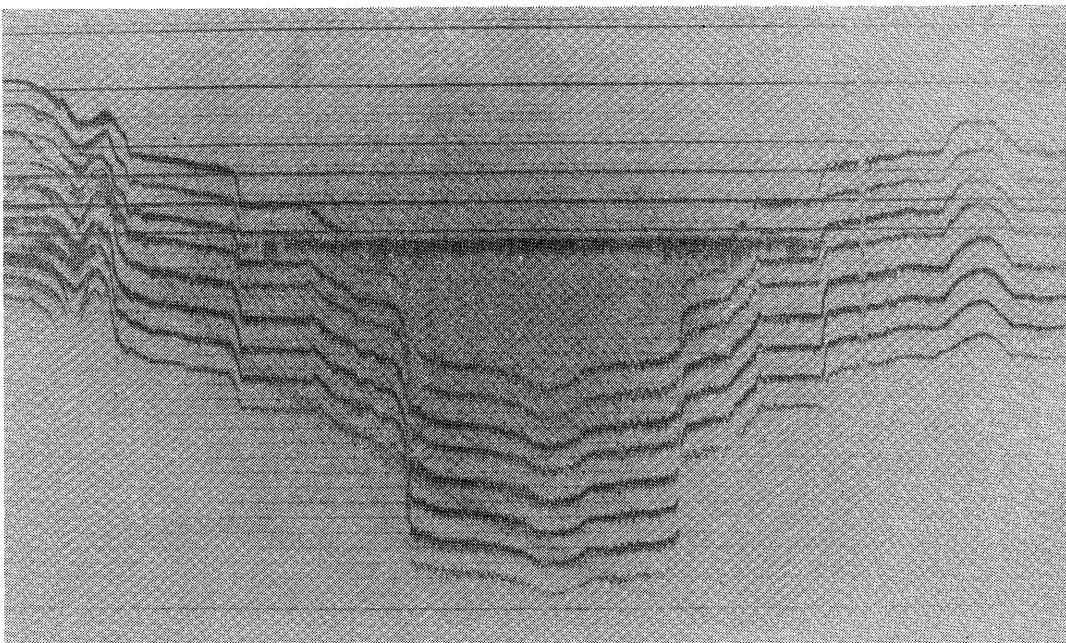
ホ

エ

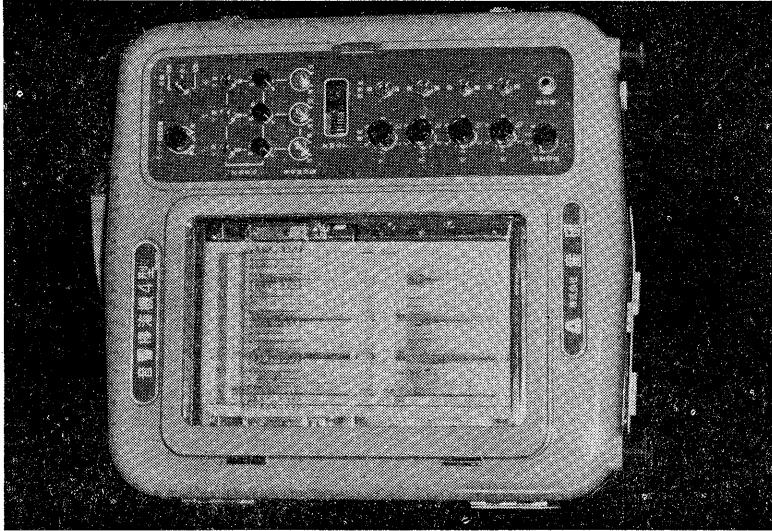
第5図 全日空機搜索資料



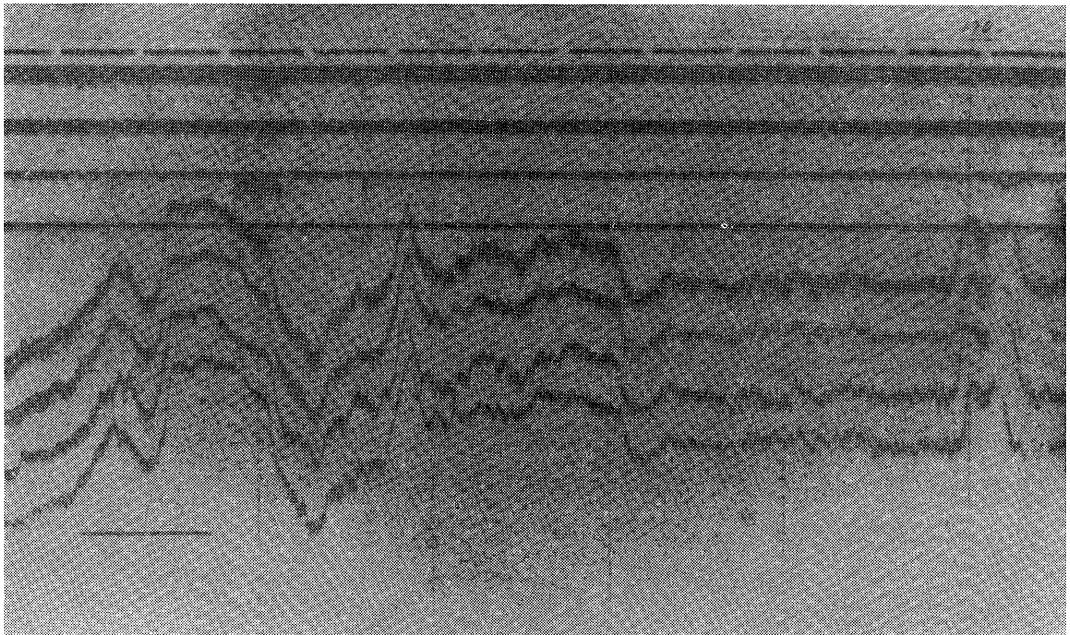
第6圖 3型裝備狀況



第7圖 3型記錄



第8図 4型記録器



第9図 4型記録

性で行ない、指向性の鋭い受波器を掃引する方法だとか、受波器を送波器から一定時間おくらせて掃引する方式、あるいは所定のビーム巾を得るため鋭いビームをパルス巾の間掃引する方法等がある。

ボトムソーナー

英国では Asdic (これは音響測深機一般を指すことがある。Transit Sonar 等と呼び、米国では Lateral Sonar と呼ばれる。船の進行方向と直角にファンビーム (進行方向に鋭く、それと直角に広い) をほとんど真横に出

し、広範囲の海底の様相を知ろうとするもので、40 kc 付近と 200 kc 付近とを使っている。地形の様相を知るため負変調の記録も出せる。また巾の広い記録紙に、船を中心に左右の録記を画かせるようにしてある。

4. 超音波探査機

測深機はエネルギーも小さく、波長も短いので、海底下の探査には役立たない。超音波の減衰は概略周波数の1乃至2乗に比例すると考えてよく、また分解能は波長

音 源	磁 歪	電 磁 誘 導	水 中 放 電	ガ ス 爆 発	圧 搾 空 気	火 薬
およその探査深度 (海 底 下)	数十米	数十米~数百米	数十米~数百米	数百米~千 米	数百米~千米以上	数千米

に比例すると考えてよいから、強さが同じなら探査程度と分解能は相反することとなる。海底下用の超音波探査機としては分解能を多少犠牲にしても、波長の長いエネルギーの大きな音源を使わざるを得ないわけで、測深機とは音源の様子がかなり違う。探査機用の音源としては次表のようなものがある。

分解能は磁歪が最も良く、表の左から右へだんだん悪くなると考えて良い。これらの音源は磁歪式を除いては、無指向性で受波も無指向性のものが多いが、cel と称して多数のハイドロフォンを直線上に配して進行方向の受波指向性を出したものもある。地層探査には反射法と屈折法とがあり、反射法は普通の測深機と同じような方法であるが、屈折法は送信船と 2~3 km 離れた所に受信船を置いたり、または受波器をつけたブイ群を曳航したりする。磁歪と電磁誘導は反射法、水中放電、ガス爆発、圧搾空気は主として反射法で使われ、時には屈折法で使われる。超音波探査機には次のようなものがある。

Stratagraph

12 kc の測深機で条件のよい時海底下の構造が記録される程度と考える方が無難である。

ソノプローブ

地層探査機、音響探層機とも呼ばれ、磁歪式で、3 kc と 8 kc 励振である。受信機にフィルターを有し、300 c/s~10 kc の範囲で受信周波数とバンド巾を選択できる。また記録の出力を半波整流と全波整流とを選択できて海底下 2~30 米位まで探査可能で分解能は約 0.5 m である。

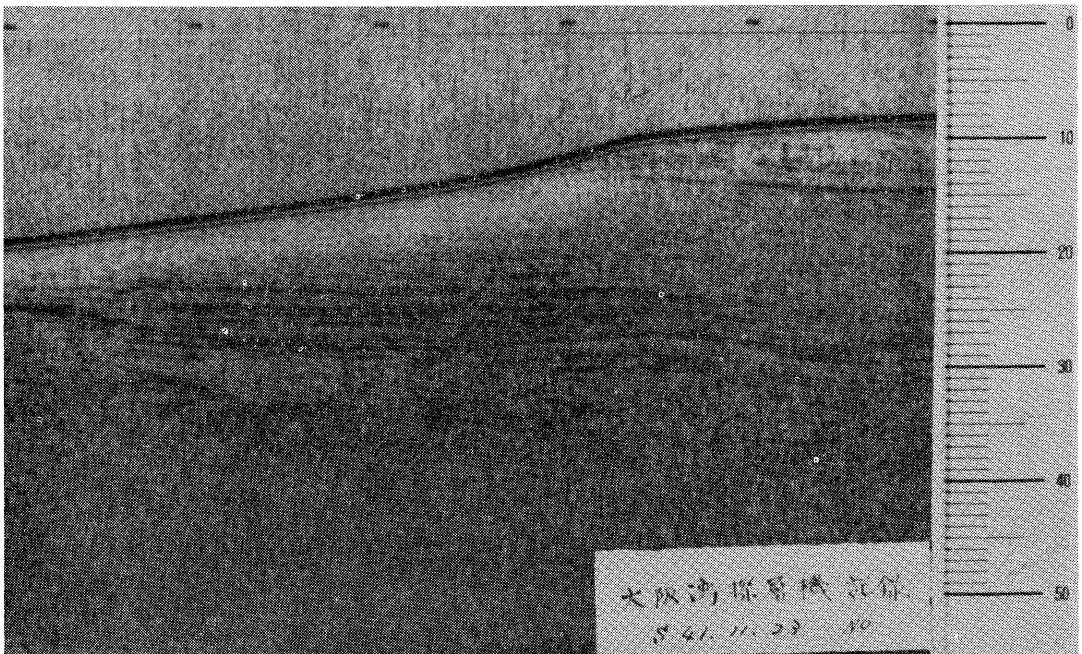
ソナーブーマー

電磁誘導式でコイルの近傍にアルミ板 (18 吋 φ, 1/4 吋厚) を設け、コイルに瞬間大電流 (約 1600 A) を通ずるとコイルの磁場とアルミ板中の Eddy Current との反発力で、アルミ板が急激に動き、パルス波を発生する。

発生する周波数は励振電流の周波数の 2 倍であるから、周波数制御ができる (現存のものでは 1000 c/s と 125 c/s にピークがある。1~数 kW)。wave train が短く単純な波形なので分解能が良い。

スパーカー

ジオソナーとも呼ばれ、蓄電器に充電した電荷を水中電極で放電させる方式である。発生する音波は個の卓越したパルスでほぼ 100~4000 c/s である。エネルギーは 2 千ジュールのと 2 万ジュールとのがある。受信機に



第10図 探層機記録

フィルターがあり、受信の周波数とバンド巾が可変できるのはソノプローブ等と同じであるが、記録器が工夫されていて、スタイラスの掃引方向が可逆になっているものがある。これは区域内を何度も往復して測量するので、往きと帰りとスタイラスの方向を逆にすれば、各測線の記録を並べて検討できるからである。このようにすれば概括的に眺めることができ非常に便利である。また記録紙の巾を倍にして、スタイラスを2つ使い、バンド巾や周波数の違う2つの記録を同時に書く方式もある。

ラ ス

一端が開放された筒状のチャンバー内で、酸素とプロパンまたは水素の混合気体を放電で点火爆発させる方式で、チャンバーの容積や混合比によつてエネルギーや卓越周波数がきまるが、一般に周波数はかなり低く1000 c/s前後でエネルギーも大きく海底下400~800 m位まで使える。また音源ヘッドを交換してスピーカーと兼用することもできる。

サイズミックプロファイラー

圧搾空気を使つたエヤーガンで周波数が低くエネルギーも大きい割に波形が単純なのでラスより分解能が良いといわれている。圧搾空気を使うので、発信の繰返しの制御の精度が悪いので、発信音でトリガーして記録器のスタイラスを動作させる方式を取つている。しかし最近では接点とリレーで繰返しを精度よく制御できるようになり、測深機と同じ方式のものもある。

地震探査

100~200 gのダイナマイトを投入して屈折法で行なうが、陸上の地震探査と同じで、最も探査深度は深い。

5. その他

水中テレビと測深機との組合せ

水中テレビの映像だけでは、物標の距離がわからず、したがつて物標の大きさがわからない。そこで横向きの測深機で、物標の距離を測り、大きさの概略を知ろうとするものである。

ヘラルド

港湾防衛用の機器で、海底に設置した音源に回転する反射板があり、超音波ビームをスイープして出入する船舶を知ろうとするものである。

ソーファー

双曲線航法の逆のような方式で、海岸の3局に到達し

た超音波の時間差から逆に音源の位置を出す方式で、大洋中のサウンドチャンネルを利用する。明神礁の爆発を米国でこの方式によりキャッチしている。

超音波波浪計

海中に設置したブイから上向きに波浪の高さを測ろうとするものである。

堆積測定装置

海底下に送受波器を埋設して、上向きに海底の堆積侵蝕を測ろうとするものである。6 kcと19 kcとを使い、現在相模川の河口に設置してある。

超音波濁度計

2種類あつて、超音波の減衰量から濁度を知ろうとするものと、音速度の変化から濁度を知ろうとするもので、前者は5 Mc/s、後者は10 Mc/sを使つている。

音速度計

音響機器とはいいい難いが、普通は3~4 Mc/sでシグナラウンド周波数により音速度を測つている。

超音波流速計

工業計測ではあるスパンを伝はんする時間で流速を測定する機器が広く実用されているが、海中ではプロペラの回転数を超音波で伝送する方式しか実用されていないようである。

RAR

昔使われていたもので Radio Acoustic Ranging System の略で船からダイナマイトを投入し、海岸またはブイに設置したトランスポンダーで、超音波の受信音を電波で置き換えて船に送り返して、距離を測り船位を測定しようとするものである。

ボールブレイカー

深海の採泥の時、採泥器の数米下のパイロットが着底した時に、ガラス玉を破裂させ、その破裂音で着底を知る器械である。このようにしてワイヤのキンクや、採泥器が倒れるのを防ぐ。

ソノピンガー

海洋測器の海底からの距離を知ろうとするもので、通常は測深機と組合せて使う。測深機と同じ繰返し周期の音源を測器につけて、それからの直接波と海底からの反射波との時間差から測器と海底との距離を測るものである。

超音波威嚇機

超音波で海豚などを追い払うものである。

船舶試運転への電波応用

*船舶技術研究所 木村小一

Radio Techniques Applied for Ship Trials

*Ship Research Institute

Koichi KIMURA

Abstract

From a few years ago, Japanese shipbuilders have builded many mammoth tankers. At the sea trial of the such big ships, mile posts were not suitable for speed measuring standard by reasons of shallow water effect and narrow acceleration area. In 1952, SS United States, a big American passenger ship, used Raydist RE ship speed Measuring equipment for she trial. Also, Decca Navigating System, or Decca Hi-Fix, are used for many European ships trials. In Japan, "Radio Log" and "MARSMEC" ship speed measuring systems which were operated at frequency of 150 Mc/s band, were developed by Japanese industries and used successfully. But frequency allocation problem constrained the develop of new systems which are operated by frequencies of 400 Mc/s band or 3,000 Mc/s band. In this paper, the brief description of these electronic systems are discussed.

1. はじめに

最近運航経済の観点から、船舶の大型化が世界的な傾向となっており、わが国でもすでに、15万トン、20万トンの巨大タンカーが建造されている。船舶が建造され、あるいは修理改造が行なわれると、必ずそのあとで公式試運転が行なわれるが、その場合、速力計測は重要な計測項目の一つであり、古来今日まで、陸上に立てたほぼ1~2海里離れた2組の標柱を基準として、海岸線に沿って航走を行ない、その間の時間をストップウォッチで計測する、いわゆる標柱間航走によって行なわれてきた。しかし、この方法は船舶の大型化に伴ない、主としてつぎの2点で実行が困難になつて来ている。すなわち、

- (1) 標柱間航走は一般に陸岸に近いところで行なわれるので、一般に水深が浅く、船が大型になると当然、喫水および船幅が増大するので、船底と海底との間の水を介した相互作用が速力に影響を及ぼす「浅水影響」を生じ、推進馬力に対し、正確な速力の計測が不可能になる。造船協会が決定した「試運転施行方案」(以下試運転方案と略称)によれば「速力試運転を行なう航路は水深および水幅が試運転結果に影響をおよぼさない程度(中略)が望ましい。船の大きさ、速力に対する水深の基準は次式によること。 $H=3\sqrt{Bd}$ ただし、 H =水深(m)、 B =船幅(m)、 d =喫水(m)」となつているがこの値がとり得なくなる。
- (2) 大型船はそれに応じた慣性をもつているため、一定の速力に達するまでにより長い助走距離を必要とするし、また方向転換に大きな旋回圏を要する。現在の標柱はこれらに要する十分な海面をもつたところには設置されておらず、また、そのような海面をさがすこと自身困難である。

以上のような理由および、一般船舶にあつても標柱の使用は好天、広視界のときに限定されてしまうために、風波のないときならば常時試運転のできる手段が希望されていること、ならびに遠隔の標柱までの往復航程の節約などのため、標柱に代り、これらの欠点をなくす速力計測方式の確立が要望されてきた。電波の利用がその最も有望な方法であることは容易に認められ、今日いくつかの実例があらわれている。また、電波の利用によつて、今まで計測が比較的困難であつた旋回試験や前後進試験などにおける船位の精密計測の可能性も生じており、今後この方面への進展も期待されるようになってきている。本論ではこれらの諸点について概略の展望を行なうつもりである。

* 所在地: 東京都三鷹市新川700番地
Address: 700 Shinkawa, Mitaka-shi, Tokyo

2. 歴史的展望

船舶の速力計測に電子的手法を使つたのは、おそらくアメリカが最初であろう。アメリカでは測量に電子的手法を利用する目的で、1940年代より Raydist という電波測量方式の開発を進めて来た。Raydist はもともと二次元的精密位置決定システムであるが、これを一次元の位置決定システムに変換し、それより速力計測を行なうようにした Type RE という方式を確立した。この方式の原理はのちに述べるけれども、その最初のデモンストレーションが1952年2月19日に Kent 島の付近で行なわれ満足すべき成果を得ている。その後このシステムは、アメリカの豪華客船 United States (53,329t) の公試運転に使用されたことで有名である。

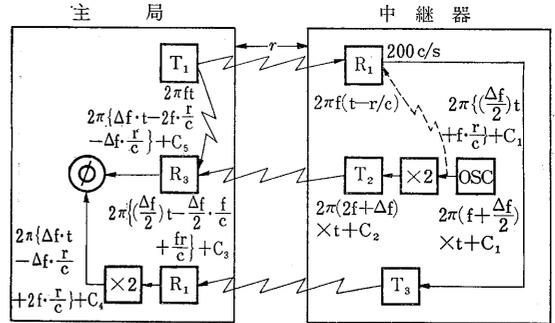
英国では航法用デツシステムをここで述べるような目的に使用することが行なわれているが、そのほか、測量用として使用される Decca Hi-Fix が、旋回試験などの二次元的応用を含めて、ここで述べる目的に最適であると主張されている。

わが国においては、昭和32~33年頃より独自の方式による開発研究がはじめられている。すなわち、神戸工業(株)と川崎重工業(株)および安立電波工業(株)と三菱重工業(株)の2組の企業が協力し、それぞれ別個に電波式速力計測装置の完成を見た。これらは何れも150 Mc 帯の VHF を使用する方式であり、周波数当上の難点もあつて、400 Mc 帯または3,000 Mc 帯を使用する方式に移行することになっている。運輸省では、これら機器の開発状況を勘案して昭和39年12月に、従来は計画造船による船舶の確定速力の計測は標柱利用によるものに限定されている告示を改正して、電波利用による船舶速度測定装置の使用を認め、また(社)造船研究協会において「電波利用による試運転用船速・船位測定装置開発に関する調査」が行なわれるなど、大方の造船所において、このような装置が一般的に利用されるようになってきている。

3. Raydist RE 方式

アメリカの Hastings Instrument 社によつて開発された方式である。その原理は第1図に示す。主局は船速を測定する船内におかれ、一方、中継局は、この方式の一つの特長として浮標の形に作られている。主局には連続波の送信機 T_1 と周波数変調の返信用中継装置の受信機 R_1 および第2の受信機 R_3 とがある。また中継局は送信機 T_2 、受信機 R_2 および中継用 FM 送信機 T_3 から構成されている。

主局の送信機 T_1 は固定周波数 f に同調され、この



第1図 Raydist RE の原理

f は1.5~15 Mc とする。浮標の送信機 T_2 は $2f+400$ c/s で動作し、その周波数は $(f+200$ c/s) の水晶発振器から作られるのでその出力には若干の $f+200$ c/s 成分をも含んでいる。受信機 R_2 は f に同調し、 T_2 の傍にあるため T_1 と T_2 の電波を受信し 200 c/s のビートを検出する。このビートは適当な周波数の FM 送信機 T_3 によつて主局へ返送される。船上の主局では受信機 R_3 は送信機 T_1 の第2高調波と T_2 の電波とから 400 c/s のヘテロダインビートを作り、 R_1 で受信された FM 中継リンクの 200 c/s の2倍との位相差が位相差計で比較される。この場合の両 400 c/s 信号の位相差 ϕ は次式で表わされる。すなわち、両局間の距離を r 、可聴ビート 400 c/s をいま Δf 、 c を光速、 c_1, c_2, \dots を常数とすると、第1図を参照して

$$\phi = 4\pi \times 2f \times \frac{r}{c} + c_3 = (8\pi r/\lambda) + c_3 \quad (\lambda: \text{波長})$$

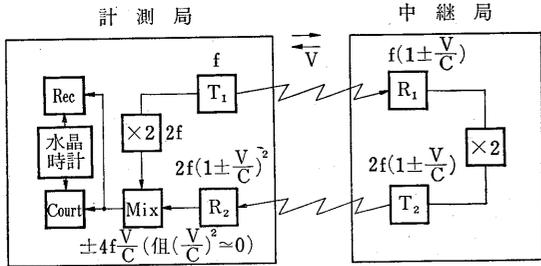
となり、 ϕ は r に比例し、 r の増加(減少)に伴つて ϕ が変化することになる。したがつて、位相差の変化が航走距離を表わすことになる。ここで r は f の変動に直接影響されるが、送信周波数 f の変動は普通 0.0005% 以下におさえられる。

この方式では、公試運転船はその浮標局を甲板上に搭載して、試験海面でそれを投入し、浮標の方向は電波方位測定機により測定しつつ(あるいは浮標局にレーダ反射器がとりつけてあるのでレーダでその方位を測定しつつ)正しく浮標局に対する直線コースを航走する。前述の United States 号の試験は 45 kn の風について行なわれ、正確な測定ができたと報告されている。

4. VHF を使用した船舶速度計測装置

わが国において開発されたもので、前述のように2つの方式がある。いまこれを通称にしたがつて、川崎重工業—神戸工業開発の方式を「ラジオログ」、三菱重工業—安立電波工業開発の方式を「MARSMEC」と呼ぶ。

ラジオログの原理は第2図に示すとおりである。この

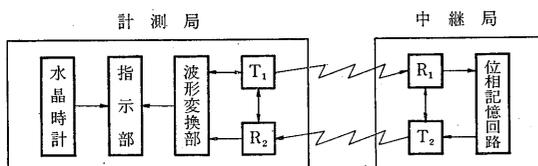


第2図 ラヂオログの原理図

方式は計測局と中継局とから構成されているが、中継局は陸上に置かれる。計測局の送信機 T_1 は 150 Mc 帯の周波数 f の A_0 電波を放射する。いま、計測局と中継局との間が速度 V で遠ざかるか、あるいは近づくすると、中継局の受信機 R_1 の受信周波数はドプラ効果を受けて $f \pm V/c$ となる。この受信周波数は2倍に通倍されて、送信機 T_2 から送信される。受信機 R_2 における受信周波数は再びドプラ効果を受けるので $2f(1 \pm V/c)^2 = 2f(1 \pm 2V/c)$ 但し $(V/c)^2 \approx 0$ となる。この受信周波数と T_1 の周波数を通倍にした $2f$ との間のヘテロダイノビートをとると、ビート周波数 $f_b = 4fV/c$ が得られる。したがって f_b を求めれば船速 V が求められる。実際は時間 t の間の航走距離 r を求めるために秒間のビート数をカウンタ Count で計数する。すなわち、 $n = \int_0^t f_b dt = 4fr/c$ 、更に図に示すようにカウントミスの有無を検出するために装置には記録器を付す。

一方 MARSMEC 方式も、前二者と同様、計測局と中継局とから構成され、使用波長は 150 Mc 帯の VHF であるが、ドプラビートのカウントというよりは、Ray-dist 方式と同様な位相測定方式によるものである。この方式の特長は、計測局の送信機 T_1 と中継局の送信機 T_2 が同じ周波数帯を使用することにより周波数割当の容易さをねらったことであり、そのため、再送信は時分割によつて交互に行なわれるよう考えられ、それに伴ない、送信の止まっている間の位相を記憶する回路を要するなど、若干、回路が複雑化している。

第3図にその構成を示す。送信機 T_1 は 800 c/s の繰返し周波数で $250 \mu s$ の間、周波数 f の電波を送信する。中継局の受信機はこの電波を受信して、その受信位相を記憶するために位相記憶回路で連続波に変換する。



第3図 MARSMEC の構成

そして、受信から $300 \mu s$ 遅れて、 T_1 と同じ繰返し周波数および幅で受信波を計測局に向つて送り返す。受信機 R_2 はこれを受信し、波形変換回路で同様連続波に変換し、送信機 T_1 のパルス変調される前の連続波との位相比較が行なわれる。位相比較によつて位相差 ϕ が両局の距離と使用電波の周波数に比例することは前述のとおりである。この方式では位相差計の $16/150$ 回転ごとに1個のパルスを発生せしめ、 $f = 159.882 \text{ Mc}$ ($\lambda = 30/16 \text{ m}$) とあいまつて船の 0.1 m 移動ごとに1パルスが発生するようになっており、水晶時計の出力とともに移動距離は数字表示管で指示部に直接指示され、また、移動距離指示パルスの記録計による記録も行なうようになってい

る。この両 VHF 式船舶速度計測装置は現在まで、多くの使用実績をもっており、前述の計画造船用船速装置としても認められているけれども、問題点がないわけではない。

一番の問題は、電波の割当についてである。これらの局は現在、無線標定業務に分類されており、150 Mc 付近ではそのような業務への割当周波数はない。更に、ラヂオログにあつては送信機 T_1 の周波数と T_2 の周波数は2倍の関係にあるので、両周波数がともに割当可能という限定された条件が追加される。運用途中において、ラヂオログは 159.85 Mc と 319.7 Mc から 162.85 Mc と 325.7 Mc へ、また MARSMEC が 159.882 Mc から 162.81 Mc へ割当変更になり、そのため MARSMEC では移動距離の指示のための回路が極めて複雑なものに改造せざるを得なくなつたという経過もある。今後、再免許時には、郵政当局はこの波長帯は許可しない意向といわれており、今後はここであげた2方式は別の形に変更される予定である。

その問題はさておいて、この周波数帯での垂直偏波は、側方の陸岸からの影響を若干受けることが、両方式の試験で明らかになつた。すなわち、標柱との比較試験などで、あまり陸岸に近づくとも多重径路伝搬の干渉のために、ドブラ・カウントの欠損を生ずることがある。しかし、これは陸岸から2海里も離れば問題はなく、また、このような手段を使用するのは陸岸を離れて使用したいからで実用上の影響はない。有効距離は概ね見通し距離であることも試験の結果実測されたので、中継局を高所に置くことが有利である。

さて、実用した場合の速力の測定精度であるが、絶対的な物差しがないので、専ら、従来の標柱試験との併用による試験が、両方式によつてかなりの回数に亘つて実施されている。その結果は一言にしていうならば、両者の速力測定値の標準偏差は 0.5% 以下であり、電波式の

方が若干遅い目に表われるということである。これは、標柱試験の観測者の心理的な影響が原因であるという人もいる。電波式による計測の際は、中継局に対して船を正しくその放射線路上に向つて走らせることが必要であり、この針路のずれが誤差の原因の一つとなる。潮流の放射状方向の成分は標柱同様、往復航走によつて除去しなければならない。機器自体における固有の計測誤差は、第一に電波伝搬時間 c の誤差と送信周波数の変動による誤差である。 c の値に最も確からしい値をとつても、大気温度、気圧、水蒸気分圧の影響によつて c の値は変化するが、この値は概ね 0.5×10^{-4} 程度である。送信周波数は水晶制御されており、また電波法上その許容差は 5×10^{-5} 以内におさえられているのでともに実用上はあまり問題にはならない。また時間計測にもほぼ同様の水晶発振器が使用されているので、標柱試験のストップウォッチよりも正確と考えてよいだろう。つぎに、デジタル指示方式の欠点として、カウントの始めと終りに、その最小カウント、例えば MARSMEC では 0.1 m と 0.01 秒、ラジオログでは $c/4f \approx 0.46$ m と 0.01 秒の誤差が導入される機会があることは避けられないが、これは併用した記録器からの補間法で軽減できる。なお、電波伝搬状態などによるミスカウントは何時生ずるかも知れないので、記録器の併用は必須である。これらの誤差の原因を概算した場合において、この種の電波式速度測定装置の総合精度として 0.1% 程度は確保できる見通しである。

5. マイクロ波または VHF を使用した船舶速度測定装置

前節で述べた電波割当上の困難さを除くため、両システムは一層の改良を加え、それぞれ、マイクロ波領域または UHF 帯への移行が行なわれた。MARSMEC をもとした新装置は、3000 Mc 帯で動作し、その搬送波の変調波によつて測定を行なうものである。この新装置はすでに本誌の第 7 号に「ASM 型船舶速度測定装置」として紹介されているので、装置の概要については詳細をのべることは避けるが、この方式では 3000 Mc 帯の電波を測定周波数である 7.5 Mc (実際は大気中の電波の屈折率を $n=1.000350$ として 7.492190 Mc) で変調し、これを測定局 (船) から応答局 (陸上) に送信し、応答局ではこの搬送波を周波数変換して測定局に送り返すことになっている。したがつて、搬送周波数を測定値と無関係に選べる点に大きな特長がある。変調周波数 7.5 Mc は、測定局と応答局との距離が 20 m 変るごとに位相が 360° 変化するので、位相が 1.8° 変化するごとに 0.1 m に相当するパルスを出すようにしてある。したが

つて、距離の分解能は 0.1 m である。

この方式で使用する 3000 Mc 帯の電波は、海面反射による多径路伝搬効果の影響を受け、直接波との相互干渉によつて電界が低下する地点を生ずる。この地点は、送受両空中線の高さにより理論的には決定されるが、実際には気候の影響による大気中の屈折率の変化、波浪による反射点の移動などのため、かなり大きく移動することがある。例えば、空中線高が測定局 32.1 m、応答局 44.7 m のときの両局間の距離の理論値約 11 海里に対し、13.5 海里の点で電界低下を観測している。また、この影響を少なくするため応答局は、あまり高所には置けないので見通し距離をあまり大きくとれず、試験海面に若干の制約が生じ、また、現在は送信電力の関係で送受空中線の指向特性をあまり大きくとり得ないので、船首方向が大きく変化するような小型船用としては不向きであるなど若干の欠点はあるが、今日各方面で広く使用されている方式となつた。

ラジオログの周波数移行は 400 Mc へであつて、この場合、以前は中継局で周波数を 2 通倍して返送していたのを $16/15$ 倍して送り返すように改められている。これは、周波数割当の関係およびラジオログでは計測局の送信波成分に測定誤差の原因となる第 2 高調波が含まれているのを除くために大きな努力が払われていた点を改良したものである。この方式の原理は前者と同じであるがドブラ周波数の取り出しには若干の考慮を要する。すなわち、計測局および中継局の送受信周波数をそれぞれ、 f_{t1} , f_{r2} (計測局), f_{t2} , f_{r1} (中継局) とし、計測局の送信周波数は水晶発振器の周波数 $5f_0$ を 18 通倍したものとす。したがつて $f_{t1}=90f_0$, $f_{r1}=90f_0(1 \pm V/c)$, $f_{t2}=16/15 \times f_{r1}$, $f_{r2}=16/15 \times 90f_0(1 \pm V/c) \approx 96f_0 \pm 192f_0 \cdot V/c$ となる。計測局ではこの周波数 f_{r2} をまず f_{t1} と混合し、更に水晶発振器の周波数と混合し、更に 5 通倍して水晶発振器との間で位相検波すると、その出力周波数は $f=5(f_{r2}-f_{t1}-5f_0)-5f_0=960f_0 \cdot V/c$ となり、ドブラ成分のみを分離できる。この方式では以前通り送信周波数が計測周波数となるので、端数のついた割当周波数では計測後の距離換算が複雑になる。この点は、計測 (航走) 時間の方の水晶発振器を、割当周波数に応じて変更し、速力が直読できるように配慮する。 f_{t1} には 420~430 Mc, f_{t2} には 440~450 Mc の標定バンドが使用される。この方式のもう一つの特長は円偏波を使用することによつて、一回反射の反射波の干渉を防いでいる。まだ使用実績があまりないが十分使用可能な方式と思われる。

6. デツカの利用

イギリスでは速力試験に航海用デッカが利用されている。デッカは上述されている各方式と異なり二次元の、しかも一般航海用のシステムであり、本来試運転として使用するために設計されたのではないので、その利用には当然いくつかの制約があると思われる。デッカの原理については、ここで述べる必要はないと考えられるので、その利用の方法を、いろいろあるであろうけれどもその一例によつて示す。

この方法によつて試験を行なおうとする船は、デッカ受信機、ストップウォッチ（または正確な時計）およびカメラをもつ。つぎに各デッカチェーンで最も精度よく測定でき、かつ他の条件、例えば海流、水深などが公試運転に適する海面を選定する。この海面は少なくとも2組のデッカ位置の線が測定でき、それらは両組局の基線に近く、かつ両位置の線が直角に近い角度で交わつていなければならない。航走はできるだけ一組のデッカ位置の線にそつて行ない、デッカ受信機のデコメータの前にストップウォッチを吊して、デコメータとストップウォッチを同時に一枚のフィルムに撮影する。航走は20分間行ない、その1間分ごとに写真撮影を行なう。こうして約10分間の航走記録10組がフィルムの解析から得られる。デッカ位置の線の間隔は局の配置からデッカ海図などにより求めることが可能であるから上記航走記録の平均によつて船速が求められる。

デッカ・システムでは位置の線の安定度は昼間が優れており、また位置の線の地球面に対する絶対値（船位を求めるときには絶対値が必要）に比し、位置の線同志の相対関係ははるかに安定であり、航走距離はこの相対的な安定度さえよければよい。いま、現実的な値として、位置の線の昼間における相対的な安定度を0.01レーン、デコメータの指示誤差を0.01レーン、その読取誤差を同じく0.01レーンとすると、この3者のRMS誤差は0.017レーンとなる。ある代表例として1レーンの幅を690mとすると0.017レーンは11.7mとなる。この値は、他の方式に比し大きい、その代りとして20分間の航走を行なえば（15kt程度の船で1海里を航走するに要する時間は約4分であるから、標柱間航走の約5倍することになる。この航走時間の長いことはこの方式の欠点であるが、助走時間を考えれば必ずしも5倍とはならない）1海里当りの距離誤差は2m強となり $1/1000$ 程

度の精度が期待できる。デッカによる方式は速力測定用としては必ずしも有利な方法ではないが、特殊な装置が不要であり、また後に触れる旋回試験や前後進試験が同じシステムでできる点が魅力となるだろう。

航海用デッカと異なり、主として測量用に使用されるデッカ・ハイフィックス (Decca Hi-Fix) や測量用デッカなどはより高い測位精度をもっているので航海用デッカよりはこの種の目的にははるかに適しているがここではその詳細は省略する。

7. 旋回試験および前後進試験用電波装置

旋回試験および前後進試験時における船位の測定法は電波によらない従来の方法では決定的なものではなく、試運転方案においても、旋回試験では船位の必要精度は船幅の $1/2$ であるが、現行では船位は極めて悪く船幅の数倍程度の誤差を生ずることがあると述べており、また前後進試験では速力の必要精度 $\pm 0.1 \sim 0.3$ kt、機関停止後船体停止までの航走距離は船長の $1/8$ 程度の精度を必要とするのに対し、航走距離は速力を積算するので速力の測定精度が悪いため両者とも極めて悪いと報告されている。

このような場合に、前節で述べたように12m程度の相対位置精度をもつた航海用デッカシステムは十分利用可能であるが、そのほか測量用として開発されている精密測位システムは何れも数mあるいは1m以内の精度のものが多く、経済的な問題などを別にすれば何れも技術的には利用可能である。それらのいくつかは、前記造船研究協会の調査報告（造船研究 Vol. 8, No. 1, 昭41～6）にもあげられており、また一、二国産化も進められている。なお、モナコの国際水路局 (International Hydrographic Bureau) より発行されている「Radio Aids to Maritime Navigation and Hydrography, 2nd Edition (Special Pub. No. 39) 1965」には多数のこれらのシステムについて詳しい記述があるので興味のある方は参照されたい。ちなみに、紹介されている方式の名前のみを列挙すればつぎのとおりである。

Decca Survey Equipment, Two-range Decca and Lambda, Shoran, Electronic Position Indicator (EPI), Raydist, Lorac, RANA, Hi-Fix, Hydrodist, M.I.F.S., Derveaux, Toran

海外資料紹介

Introduction of Foreign Papers

オメガと同期衛星のネットワークを使った
精密電子航法システム

訳 船舶技術研究所 木村 小一

A Precision Electronic Navigation System Using Omega and
a Synchronous Satellite Network

by C. SAMEK & H. S. PIKE (Bell Telephone Lab.)

NAVIGATION Vol. 13, No. 2 Summer 1966 p. 105~110

Translated by

Koichi KIMURA, Ship Research Institute

は し が き

2 世期以上に亘つて、航海者は天文航法を補強するかまたはそれに置きかわるような全天候精密航法システムの必要性を認めてきた。数多くのシステムが提案され、そのうちの二、三は実行された。おそらく、これらの中で最もよく知られているのはロランと慣性航法システムである。前者については以下で簡単に論ずる予定であるが、しかし、述べる必要のあるいくつかの限界がある。ロランは全世界航法システムからほど遠いものである。ロラン送信局は北大西洋、太平洋、メキシコ湾の主要航路の大部分をカバーしている一方、ロランの有効範囲外である大きな地域がある。ロランの固定送信局は高価であり、全世界を有効範囲にするためには、このような局を多数必要とするだろう。そのうえ、所要の船上装置は複雑で、その価格は普通のプレジャーボートの船主の手の届く範囲外である。後者の慣性航法装置は非常に高価であり、時間とともに増大する傾向のある、ある精度の限界がある。

現在、利用可能な各種の商船用航法システムを簡単に展望したのちにおいて、すべてのものが著るしく運用上の欠陥をもっており、そしてまた多くのプレジャーボートで使用するにはあまりにも高価であることを結論づけ

ることができる。

われわれはプレジャーボートの船主または運航者として、ある航法システムを作ること并希望することについて細かいことを述べる地位にあると一時的に仮定する。われわれの多くはおそらく大西洋を横断するようなことは決してないだろうが、あるシステムはわれわれがそれについて夢をみるようないかなる長い航海をも、極めて十分に処理すると考えなければならない。まづ始めに、われわれは大ざっぱにつきのようなら列して考える。

- a. 精密なシステムであること。
- b. 精度は数分の一マイル利用者の操作が簡単であること。
- c. 低価格 (\$ 500.00 以下)。
- d. できるだけ広い範囲で利用できること。(全世界を有効範囲とするのが最終目標)
- e. 信頼性が高いこと。
- f. 依存度が高いこと——全天候で運用可能。
- g. 利用するのに特別の海図の不要なこと。
- h. 計算の必要のないこと。
- i. 位置確認の多重チェックの特長。
- j. 非常の際にコーストガードに自動的に位置を与えること。
- k. 丈夫なこと。

- 1. 小型で可搬性のこと。
- m. 消費電力の小さいこと。

これらは「終局的商船用航法システム」に関する特性のほんの二、三である。あなた方は正しく他の数多くの事項を提称できる。

もし、そう希望するならば、あなた方はこのような頭で描いた特性をすべての現存の航法システムの特長に適用させることができるであろう。それらの欠点はすでに明らかであろう。しかし、現在利用可能な航法システムのいろいろなもの欠点を示し、批判をするのがこの論文の目的ではない。それらは今までも、将来もそれを利用するよう計画された地域で、重要な役割をつづけるであろう。

この論文の目的は、宇宙時代のいくつかの概念の組合せの可能性がある航法システムを作ることができ、それが前述の条件のすべてに適合し、さらに多くの特長をもつてであろうことに、あなたの注意を引くことにある。

提案のものは同期通信衛星網にオメガとして知られた全世界航法システムを組合せたものである。このような組合せはすでに調査され、合理的なものと思われる。NASA は OPLE (OMEGA Position Locating Equipment) として知られているこのようなシステムを、全世界気象データ収集システムとの関連で現在組立中である。このシステムでは、一連の(風船に吊した)自由に浮遊するデータ収集台が、中央計算センターに情報を供給するだろう。OPLE システムは、これらのおおのの台が常に精密に位置決定をできる予定であるので、集めたデータは適当な地理学的な地域に関係づけることができる。

このようなシステムがいかにして、プレジャーボートの船主に対する新しい航法上の問題の解決を与えることができるかについて見る前に、価格に関する大きな方向づけを与えるであろうような、もう一つの宇宙時代の革命集積回路について考える。マイクロエレクトロニクス、固体回路あるいは集積回路は新しく導入された技術で、それによつて全回路を特に小さなパッケージに組立られるだろう。この技術によつて普通の電子回路が、

元の配置の 100 分の 1 あるいは 1000 分の 1 のパッケージにさえまとめることができるであろう。船載装置に集積回路を使うことによつて、低価格、軽量、高信頼性、低消費電力というわれわれの「理想システム」の条件を達成することが可能となるだろう。

オメガシステム

オメガシステムは新しい航法網の心臓部であるから、この点からその動作を簡単に述べる。われわれの記述はその必要上から、動作的特性に限定する予定である。このシステムの技術的問題についての情報は、Bureau of Ships から入手できる (OMEGA, A World-Wide Navigation System, U. S. Navy Department Bureau of Ships)。

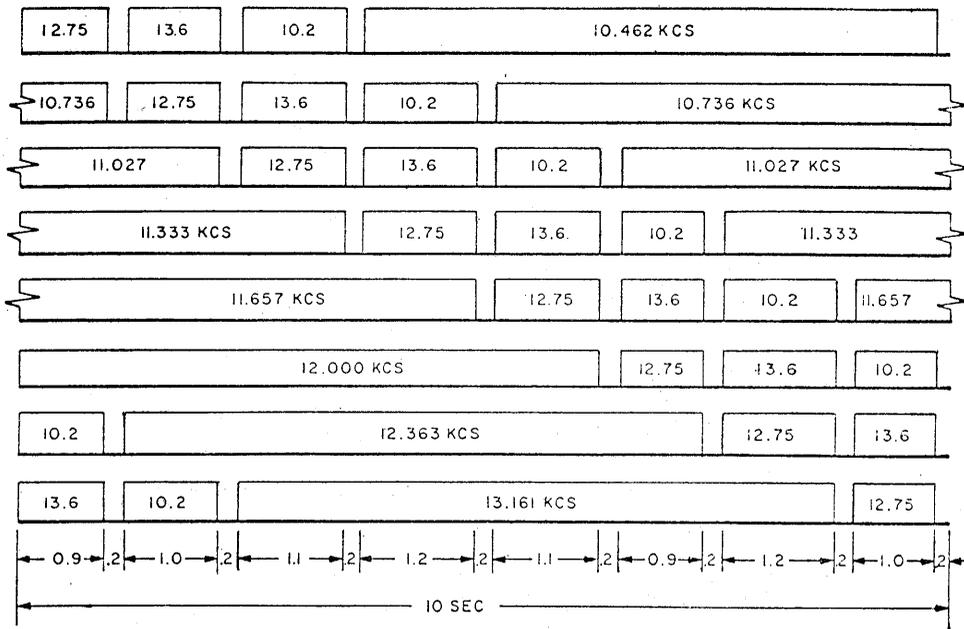
オメガは、地理的に配置された 8 局の送信局から構成される予定で、それによつて完全な地球上の有効範囲を与える。(第 1 図参照) このような広い有効範囲を達成できる能力のある鍵は、動作周波数範囲の選定にある。このシステムは 10 kc から 14 kc までの超長波 (VLF) のスペクトルで動作する。10 kW の送信局によつて信号は少なくとも 5,000 マイルまで放射されるだろう。10 kc 付近の電波は優れた伝搬特性をもっている。すなわち、ひずみを受けることが最も少なく、大気による吸収をあまり受けない。Navy は わずか 2ft のホイップアンテナをもつた VLF 受信機を使つて、地球上のいかなる点でも 8 局のオメガ局のうちの少なくとも、5 局からの送信を受信できるであろうと確信している。

オメガ信号は、また、水面下 50 ft まで受信できることに注目することは興味がある。これは、オメガシステムの開発と設置の原動力の一つが、ポラリス搭載潜水艦の航法システムの要求であることから、特に重要である。

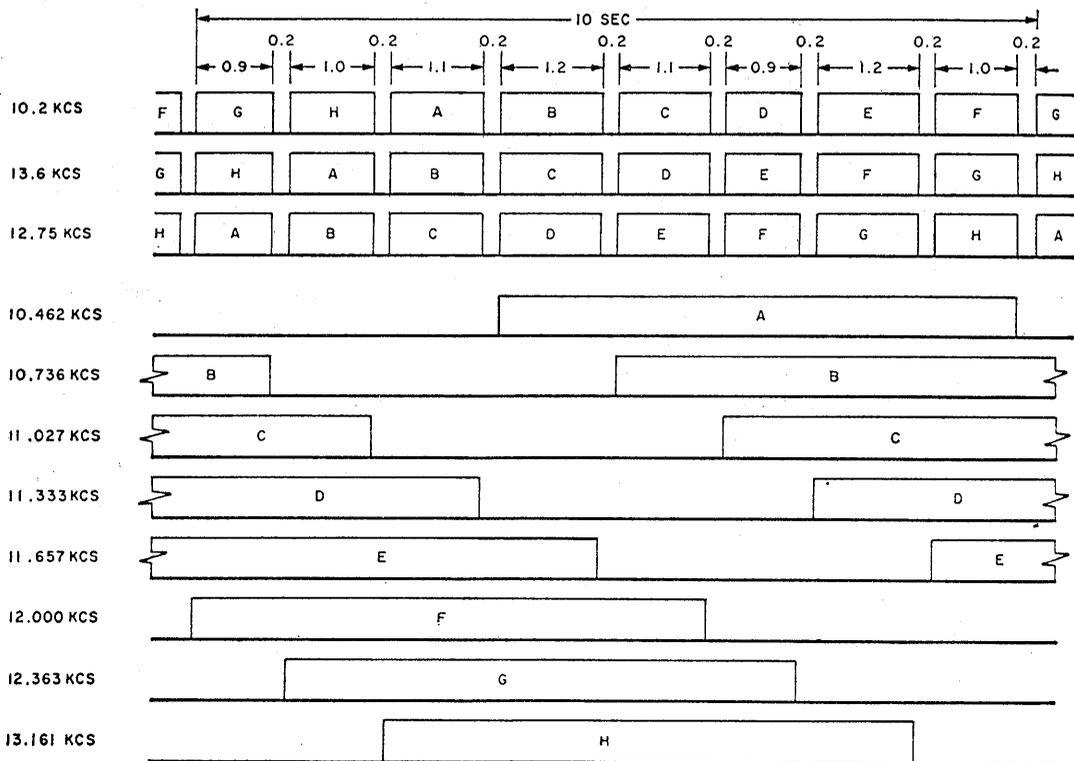
オメガシステムの基本動作は全く簡単である。2 局のオメガ送信機からの信号の位相が測定され、その位相差は等位相線として知られている位置の線をきめる。2 つの他のオメガ信号 (または 3 局の第二の別の組合せ) 相互の同様な位相測定を行なうと、第二の等位相線がきま

Location	Jurisdiction	Lat. & Long.	
Central Aleutian Is.	United States	52N	174W
Galapagos Islands	Ecuador	1S	91W
Balearic Islands	Spain	40N	3E
Nicobar Island	India	7N	94E
Bouvet Island	Norway	54S	4E
East Cape, North Is.	New Zealand	38S	178E
Near James Bay	Canada	52N	79W
Tierra del Fuego	Chile	55S	70W

第 1 図 8 局の送信局の位置



第2図 オメガ信号の送信順序 (提案)



第3図 オメガ信号の受信順序 (提案)

る。これら2本の等位相線の交点がVLF受信機の位置を示す。もし、どこか与えられた位置で最少5局のオメガ信号を聞くことができれば、数多くの位置の余分のチェックのできる10本の等位相線があることになる。

システムの根本となる周波数は10.2kcで、8局のおのおのはあらかじめ定めた時間に、この周波数を送信する。8局はすべて時間に関して同期されているので、各局は他の局の送信を行なわない、与えられた時間に送信を行なう。(例えばWWVのような)精密な標準時間と比較すれば、受信している局がどれであるかをきめることができる。

より容易な識別を行なうために、10.2kcで送信をしていない時間に各局は別々に割り当てられた特定周波数の送信を行なう。10.2kcと同様な方法で、(12.75kcと13.6kcの)2つの他の周波数もまた各局によつて送信される。これらは追加のレーン識別を行ない、誤つたレーンに乗っている可能性を最小にする*。オメガ信号の送受信に使用される構成は第2図、第3図に示す。

オメガシステムを使うには、VLF受信機を使用する必要がある。受信機に接続される装置は、そのうち、2つまたはそれ以上の信号の位相角を比較し、例えば、ローランの表示と同様のCRT上などにその結果を表示する。2つの受信信号の位相を比較する機能は見かけほど簡単ではない。比較すべき信号は同時に存在しないので、若干の蓄積能力を装置が持たなければならない。測定した位相角は等位相基準を作り、そのうちそれは特別に用意されたオメガ海図上に位置を求める必要がある。緯度、経度による位置の読み取りはVLF受信機で受信した情報が計算機で処理されるならば可能であるが、しかし、価格の点で大きな船主や、政府の設備を除いて、これは全く不可能である。

OPLE システムの動作

OMEGA Position Location Equipment (OPLE) システムは、前述のオメガを利用するよう設計されたネットワークである。OPLEの重要な特長はVLF受信機で受信されたオメガ信号を、そのうち(復調することなく)同期衛星を通じて、中央処理センターへ再送信することである。台(platform)のわからない位置は、その比較が台上のVLF受信機で行なわれるのと同じ方法での位相角の比較によつて行なわれる(台にはその位置を求めるべき各種のボート、航空機、宇宙船などを含めて考えられる)。衛星は、単に、VLF受信機で受信したオメガ信号を、台の位置を計算する計算センターに伝える中継器として動作する。

全世界気象システムに接続して使用されるべきOPLEネットワークは1969年に完成するスケジュールである。このプログラムはNASAのGoddard Space Flight Centerで管理されている。

OPLEシステムの独特の特長はつぎのとおりである。

- (1) データ中継器として(その設計された目的に)通信衛星を使う。
- (2) 多くの台に使用するため、中央データ処理装置を分割できる。

プレジャーボート用に提案した電子航法システム

真に独特の全世界航法システムのための基本要素は、現に利用可能かまたは近い将来利用可能になるだろう。筆者の知るところでは、小型プレジャーボートの人に利益を得ることができるような方法に、上記システムを組合せる努力は現に行なわれていない。比較的わずかの追加をするだけであるので「最終的な商船用航法システム」で説明した規格に適合するかまたはそれを上まわるであろうような、システムが達成できるであろうと確信できる。

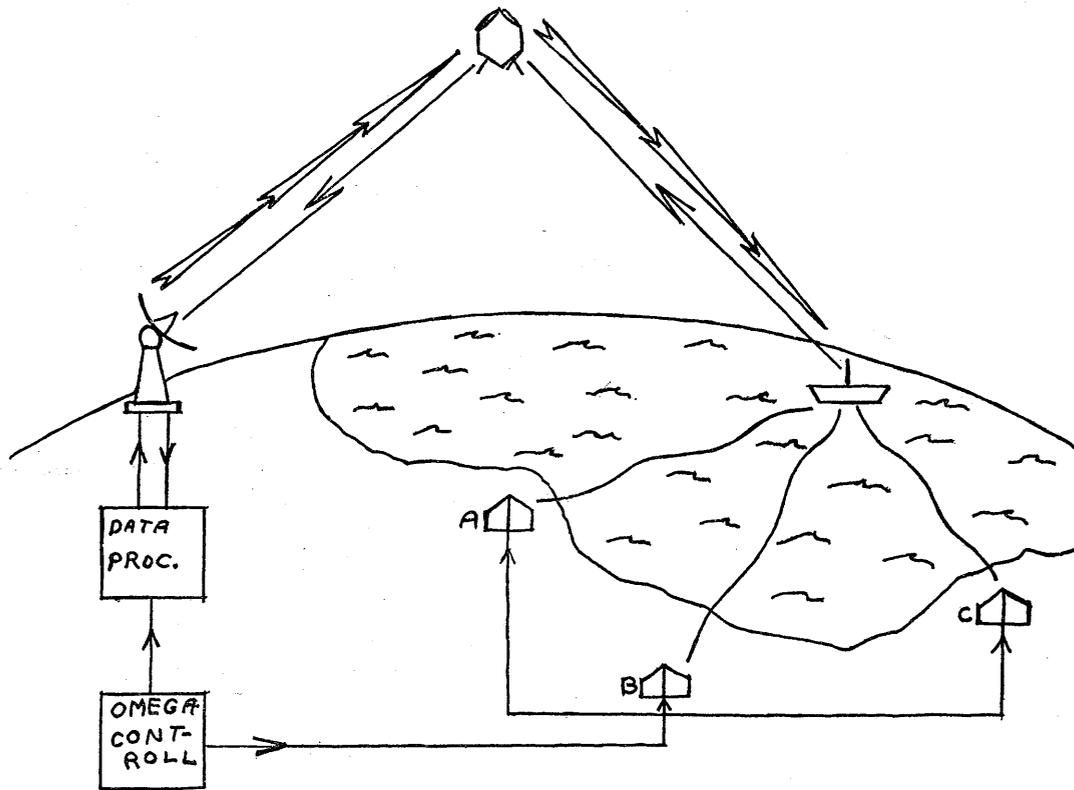
提案のシステムはOPLEネットワークの基本的な特長と関連したものであろう。オメガ信号は、簡単で安価なVLF受信機で受信される。組合された信号はそのうち、衛星中継を通じて、地上の衛星受信局へVHF送信機によつて送信される。このシステムは現に存在するか、将来の同期衛星網の二、三のチャンネルのみを使用する。中継されるデータは同期衛星通信システムの、周波数帯域幅の限界と両立性があるだろう。

この情報は衛星受信局から、中央航法計算センターに送信される。このセンターはオメガ信号を復調し、数分の一秒以内に問題のボートの正確な位置を計算する。

この位置報告は、それから同じ同期衛星を通して船に中継により戻される。最も簡単な構成では音声送信が行なえるので、VHF受信機のみがボート上で使用されるために必要である。より複雑なシステムはデジタルデータを送り返し、数字表示管またはさん孔、インキ書き、感圧または感電的などの紙テープによつてボート上で読み出すことができる。

提案のシステムの全動作は、第4図に示されている。その動作はつぎのようにまとめられる。あきチャンネルの受信指示によつて、VLFオメガ信号受信機で受信した信号を衛星経由で計算機処理センターに中継するため、船上の送信機が動作する。計算機は瞬間的に船の位置を計算し、通信衛星経由でボートに緯度、経度の読みを返送する。こうして要求をはじめてから、わずかの短

* 10.2kcの周波数の他の利点は、その波長が約16マイルの長さであることである。



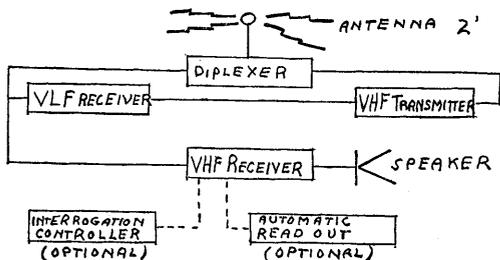
第4図 提案の電子的測位システム

い秒間に 船長は 1/2 マイル以内の正確な位置報告を持つ、

船上に必要な基本装置は簡単で、一設備あたり \$500.00 以下で入手すべきである。それは VLF 受信機、VHF 受信機、VHF 送信機から構成される。読み取り装置もまた、ボートのコールサインの自動識別のための装置とともに必要である。この装置のブロック図を第5図に示す。提案のシステムの利点はつぎのとおりである。

一度このようなシステムが利用可能になると、多数の副次的利益が容易に得られる。最も重要な一つは 2182 kc または他の特別な衛星の監視チャンネルで Coast Guard に位置の自動通報を与えるだろう。船載装置へのマイクロエレクトロニクス技術の応用によつて、希望の大きさ、重量、電力消費量および価格が達成される。

人はこの論文で論じたと同様にこのようなシステムを使う無数の方法を考えることができる。移動する水山は関係のすべてのものが、常にそれらの正確な位置を知るために同様に装置することができる。この装備をしたブイは、その繋留が外れたときのみ装置を働せることができる。こうして漂流中のブイはその位置を容易に見つけられ、その元の位置に戻すことができるだろう。それはその位置が常にわかっているので、漂流中でも有効に航行援助用として使えるだろう。極めて特殊な例として、動物学者はこのような装置を、彼等の移動習性をはつきりさせる目的で、動物や魚に取付けることを提案した。非常用としては、OPLE のようなシステムは VLF 受信機と VHF 送信機だけあればよいだろう。これは救命艇や救命いかだの装備品の中に含ませることができるだろう。自動識別装置を加えることによつて、救命艇はある識別コードとともにその正確な位置を自動的に送る



第5図 装置のブロック図

- (A) 船載装置は比較的簡単で安価である。
- (B) オメガ信号を緯度、経度位置に変換するのに必要な計算機は陸上に置き、時分割で使用される。

だろう。この場合、救命艇にその位置を送り返す必要はないので VHF 受信機は不要である。

結 論

このようにオメガは少なくとも3種類の動作モードをもつことができることがわかる。

- (A) 普通のオメガシステムとして、この場合はオメガ信号は船載の計算機、オメガ海図ログなどを使って受信プラットフォームで受信し処理される。
- (B) OPLE として、この場合、受信されたオメガ信号は衛星を経由して陸岸に中継され、それから陸上の計算機で処理される。計算したデータは陸上で使うために留めおかれる。
- (C) 提案された“Sextant”方式で、この中では受信したオメガ信号は処理のため衛星によつて陸岸に中継され、それから計算された位置は衛星の中継器経由で船に

送り返えされる。

この革新的な航法システムは、多くの小型ボートの船主およびわれわれのような狂信者の方で、大きな努力を払うことなしでは生れないだろう。NASA はいま recovery zone 中の Apollo 再突入船の位置を求めるために OPLE と同様なシステムを考えているが、われわれの要求は若干の特長がある。

われわれはこのようなシステムは、もし直接の動作が行なわれるのみで実現性をもつことができると信じている。われわれの要件が今計画され、装備されつつあるシステムにおいて可能性のある各種の考察を与えることを確保するための Bureau of Ships と NASA との連絡が確立されるべきである。提案のシステムは、航空航法にも同様適当であるから、航空工業を代表する組織との連絡を確立することもまた当を得たことかも知れない。

電波航法研究会正会員会社および協会名簿 (2)

(Corporate Members of the Japanese Committee for Radio Aids to Navigation)

(15ページより続く Continued from page 15)

日新電子工業株式会社	Nissin Electric Co., Ltd.
日正汽船株式会社	Nissho Shipping Co., Ltd.
沖電気工業株式会社	Oki Electric Industry Co., Ltd.
大阪商船三井船舶株式会社	O.S.K. & Mitsui Line
三波工業株式会社	Sampa Kogyo Co., Ltd.
セナー株式会社	Sener Co., Ltd.
新和海運株式会社	Shinwa Kaiun Kaisha, Ltd.
昭和海運株式会社	Showa Shipping Co., Ltd.
水 洋 会	Suiyo-Kai Association
大洋漁業株式会社	Taiyo Gyogyo Co., Ltd.
太洋無線株式会社	Taiyo Musen Co., Ltd.
照国海運株式会社	Terukuni Kaiun Co., Ltd.
株式会社東京計器製造所	Tokyo Keiki Seizosho Co., Ltd.
東京船舶株式会社	Tokyo Senpaku Co., Ltd.
東京芝浦電気株式会社	Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.
東京タンカー株式会社	Tokyo Tanker Co., Ltd.
東洋通信機株式会社	Toyo Communication Equipments Co., Ltd.
山下新日本汽船株式会社	Yamashita-Shinnihon Steamship Co., Ltd.

ロラン C

訳 船舶技術研究所 木村 小一

Loran C

by C. POWELL and A. R. WOODS*

From The Journal of the Institute of Navigation

Vol. 19, No. 4, Oct., 1966

Translated by

Koichi KIMURA, Ship Research Institute

1. は し が き

ロランC無線測位システムの技術的な詳細は国際会議などで述べられてきた。この論文では、システムとその特性についての一般的な“感じ”を伝え、できるだけ見当りがいのないように、2個の読取りカウンタがどんな過程で回って航海者に船位を与えるかを示そうと思う。この論文で引用する装置はAN/SPN-31航海用ロランC受信機で、米国のBureau of Shipsの規格に合わせてデツカ社において設計製作されたものである。ロランC受信機のおのおのはいろいろな点で異なっているが、SPN-31は説明する目的に役立つであろう。

他のロランの同族やデツカなどと同様に、ロランCは2本の双曲位置の線の交叉によつて位置を与える。おのおのこのような線にそつて、2局（主局および従局）からの信号は一定の時間差で到来し、電波伝搬の速度が一定と仮定すると、到来時間の一定の差は受信機から2局までの距離のある一定差を意味するといえる。したがつて、主局と従局は地球面上に引かれた双曲位置の線のパターンの焦点である。双曲線による位置決定は、1914～18年の世界大戦中、離れたところのマイクロホンで音波の到来時間を比較して、敵の大砲の位置を見つけるために初めて使用された。その電波航法への適用は、一面では焦点となる局の間を広くとることから得られる高精度の位置決定から、またもう一面では、広い地域に役立つような配置を明らかに得られることから発生した。

2. パルス式と連続波 (CW) 式

双曲位置の線を得るために、一對の同期した無線信号

の到来時間差を測定するには二2つの方法がある。一つは信号をパルスの形で送り、それらの到来時間差を直接測定するもので、これはロランAおよび「ジー」システムの基礎となつた。もう一つの方法は、各局からの同じ周波数の信号を受信機で取り出すことのできる何等かの方法を使つて連続的に正弦波の信号を送信し、更に、両者の位相差で時間差を測定することである。これはデツカ・ナビゲータおよびその変形、ならびにその元祖をフランスのHonoréの作業にもつた各種の双曲線式測量システムで行なわれた。ロランC（とその短距離式変形であるロランD）は、パルスとCWの両方法を組合わせて使つて、この両分野の最も良いところを得ている。

両技術の長所をまとめてみると、パルス式は、その基線に対して双曲位置の線が対称的であることから、すべての双曲線システムで生ずる問題を割引いて考えると、アンビギティがなく、パルス式はまた伝搬上不要の空間波モードを除去する可能性をもっている。一方、位相比較システムは時間差をより精密に測定でき、電波の周波数スペクトルの占有帯域幅が狭く、比較的小電力の送信が使用可能である。

短所について見ると、パルス・システムは一定時間中に送られる情報はむしろ少なく——時間の大半は情報が全く送出されていないといえる、送信には大きい尖頭電力と広い周波数帯域が必要である。CW位相比較システムは、空間波と地表波とを区別する方法がなく、したがつて、両モードの受信信号の強度が大きく異なっているとき以外は、性能上大きな劣化を与え、もともとアンビギティを生ずる性質のものである。明らかに、これら両方法をまぜ合わせる事が多く試みられ、これははるか

* この論文はデツカ・ナビゲータ社所属の著者らが1966年1月21日に、ロンドンで開かれた英国航法学会で講演したものである。

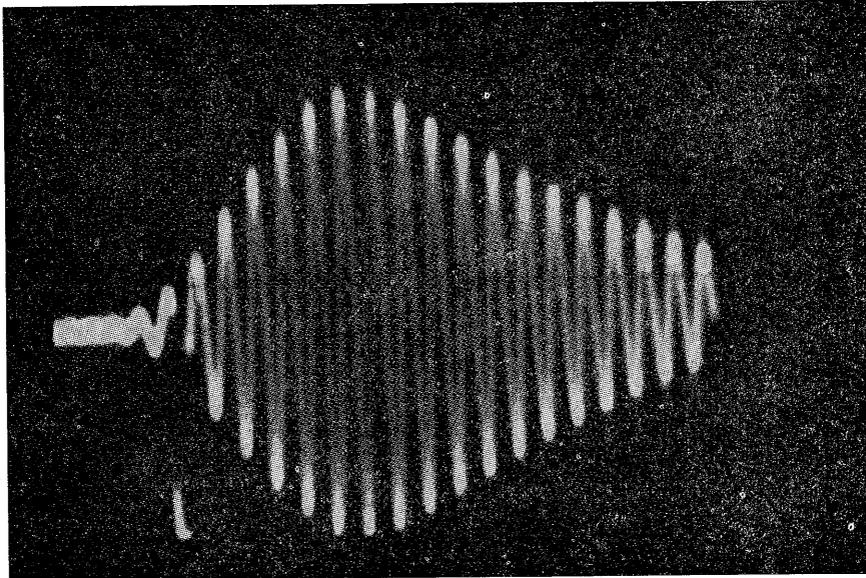
以前の 1945 年に予見されていたが、その線にそつた実際のシステムは、おそらく技術的な困難さのゆゑに多年の間実現しなかつた。

3. ロラン C のパルス

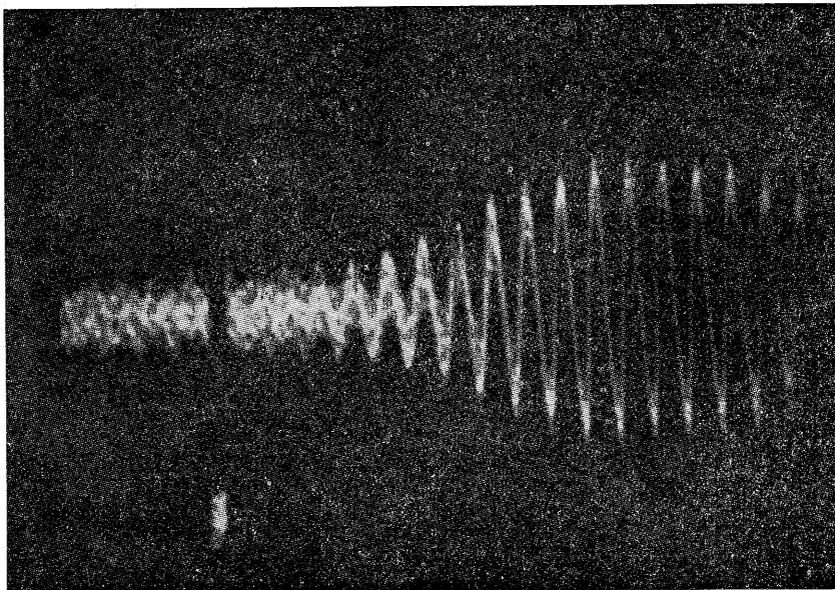
第 1 図 (a) は 主局および 従局がそれぞれ 送信するもの、すなわち、技術的にできる限り早く尖頭値に立ち上がり、それからほぼ $250\sim 350\ \mu\text{s}$ の全体の幅で立ち下が

る——パルスの尾部は後に見るごとくほとんど航海者に興味がない—— $100\ \text{kc}$ 搬送波の繰返しパルスを示す。このようなパルスが、互に連続的に続くが、その繰返し率はここでは触れない（繰返し率は実際は各ロラン C チェーンごとに異なり、チェーンの識別に使われている）。

ある局からこのパルスは受信機に二つの径路が直接地表を伝わつて（地表波）および電離層からの反射によつ

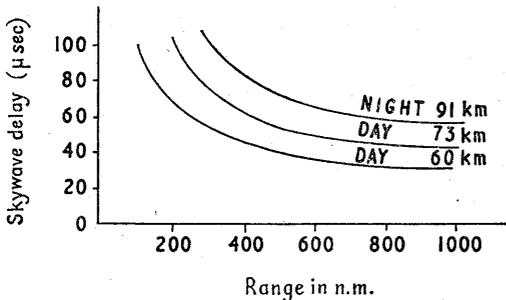


第 1 図 (a) 送信局から近距離にある受信機の CRT でみたパルス信号。3 サイクル目にゲートパルスがあることを示す。



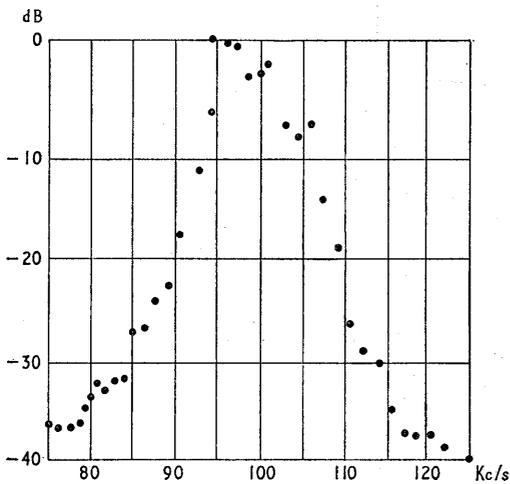
第 1 図 (b) 長距離での受信パルス、ゲートパルスののちに強い空間波成分が来ている。

て(空間波), 到来するだろう。地表波の径路は明らかに短かく, より安定であり, システムの目標は空間波の到来前の短かい初めの間に地表波パルスからの時間と位相情報を引き出すことである(第1図(b)参照)。すべての状態で, この方法で空間波に対する弁別を確実に行なうには, パルスの3番目のサイクルを選定し, このサイクルに位相比較測定を限定する必要がある, 第2図に示すように, 空間波は地表波より $40\mu\text{s}$ 以内の時間おくれで立ちあがる。空間波を打ち消すこの方法の欠陥の一つは, 3番目のサイクルではパルスがその尖頭値に達する前の時間であることであるが, もしも, どんな季節や時間にでも局から 500 マイルのところでは 500 ft 以下の標準偏差というような位置の線の精度を期待できるためには, この犠牲を行なう価値がある。



第2図 3つの電離層高度(60 kmの高度は北の高緯度にも適用)に対する一回反射空間波の平均遅延時間

装置がどのように動作するかを考える前に, 使用する周波数スペクトルで 100 kc の急速な立ち上がりのパルスの伝送について見ることは有意義である(第3図)。

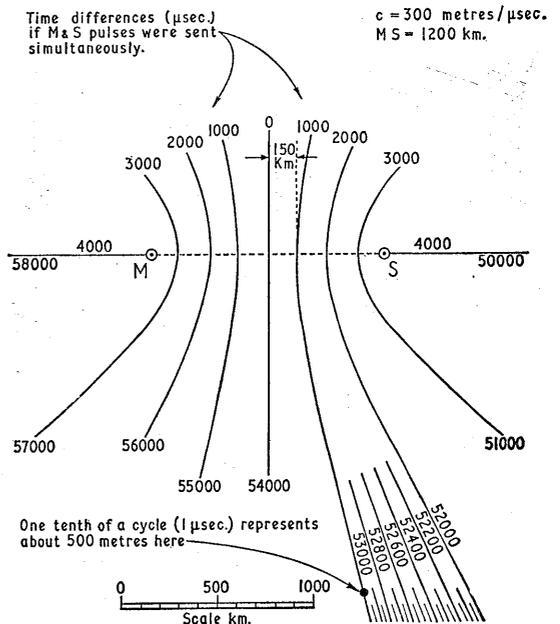


第3図 Sylt ロランC 局の送信スペクトルの近似的エンベロープ

これらの点は米国コーストガードによる Sylt ロラン C 局についての記録からプロットしたもので, $90\sim 110\text{kc}$ の許容帯域幅の全部より若干大きい占有帯域幅の信号であることを示している。他のサービスとの干渉が, 特に欧州ではロランCの展開を遅らせている傾向がある。離れたモニタ局のパノラマ受信機でとつた同じような記録では, 非変調のデツカの送信はその搬送周波数のところの垂直線の群として示されている。デツカの周波数, 特に 113 kc 近傍の赤局のそれは, ロランCの送信によって干渉を生ずる可能性があるが, これは一般的にロランC局に接近した地域に限定され, デツカの方から見ると, ロランC局が時間の大部分情報を送らないことが実際的には良い点になっている。

4. 位置の線のパターン

第4図は, 代表的な長さである 1,200 km 基線の主従局を示している。基線より上方には原理を示すとき用に2局が同時にパルスを送信したとき得られるであろう時間差が書いてある。最大の時間差は $4,000\mu\text{s}$ となり, 基線の延長線上にある。しかし, 実際には二つのパルスを同時に送信すると, 基線の垂直二等分線近くでは時間差の測定が極めて小さな値となり, 更に受信機にどちらの信号が先に到来したかわからない。したがって, 主局が常に先に送信し, 従局がそのつぎにコード遅延と呼ばれる従局信号が主局のより以前に到来する有効範囲のない十分の遅延ののちに送信するような配分となつてい



第4図 代表的なロランC パターンの表示 (μs)

る。実際のチェーンに対する代表的な μs の数値が基線の下側に示してある。最下方は、ロランC海図の大多数に使用されている $100 \mu s$ 間隔のいく本かの位置の線が引いてある。この間隔は基線上で $15 km$ を表わす。 $100 \mu s$ 間隔は、ときには図に示すように更に $50 \mu s$ に分割されている。

ある種のロランC受信機は、位置の線を二つの別々の測定と読みとり、すなわち、パルスのエンベロープの立ち上りの到来時間差の測定で粗測定、3番目のサイクルの位相比較と精密測定を与える。SPN-31 受信機では位相比較が基本測定であり、サーボ駆動の軸が $100 kc$ の「レーン」に応答して回転し、後に示すであろうとおり全読出し機構を動かす。パルス比較によるアンビグティ除去の性質は勿論残されているが、それは実際の読みとりでなく計器と警報灯指示に関連して使用されている。

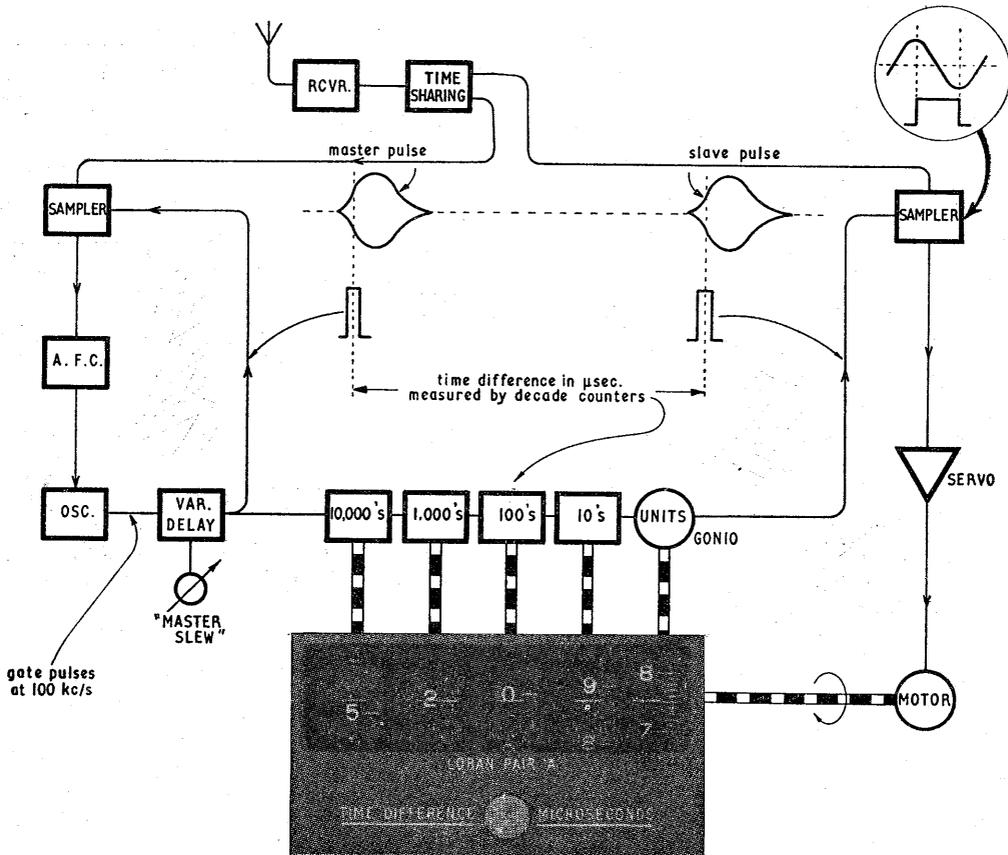
$100 kc$ の1サイクルは $10 \mu s$ を要し、基線上ではこれは $1500 m$ の距離に当る。精密カウンタは1サイクルの $1/100$ よりも精密に読むことができる。有効範囲との関連において、基線の長さはレーンの広がりは一般的に約4倍より大きくはならない。 $50^\circ N, 25^\circ W$ の大西洋上

は Iceland, Faroes および Sylt にある Norwegian Sea のロランCチェーンの3局からほぼ $1,000$ 海里のところにあるが、各双曲線の1サイクル(レーン)はわずかに約3海里の幅である。したがって、後述のようにときどき生ずる1サイクルの誤差を読み出す可能性は、必ずしも航海上の条件の下で受け入れ難い誤差を意味するとはいえないだろう。

5. 時間差の測定

位置決定に必要な2組の時間差の値を読む過程には操作はならず、オペレータののぞむ連続的であることが可能である(時間に1本の位置の線のみしか決定できない初期のロランA受信機とは対称的である)。第5図に最も簡略比して受信機が主従局の時間差を測定し、5桁の数値を出す方法を示している。これを行なうには、精密にわかつた周波数で繰り返されそしてパルスの数ともし測定すべき時間間隔以内ならばパルス間隔の分数とをカウントすることにより標準器として使用するというような狭い「ゲート」パルス列を発生する。

ゲートパルスは $100 kc$ のパルス繰返数である $10 \mu s$



第5図 AN/SPN-31 ロランC 受信機, 位置の線を求める方法

おきに繰り返され、5 Mc の安定発振器の出力を通降する。この発振器は左側に示すサーボループによつて主局信号入力に周波数固定され、この過程の一部として、ゲートパルスは受信主局パルスのエンベロープに（後述の別の「しるし付け」過程によつて3番目のサイクルを識別した）1サイクルと時間一致を行なう。ゲートパルスははじめ、自動回転機構または（より早い）図に示す手動制御のいずれかによつて主局パルスと大体の一致を行なう。基本的測定は、10 μ s 周期の中に挿入される精密測定を伴つた、主局ゲートパルスと受信従局信号のサイクルに固定された同様のゲートパルスとの間の時間遅れの測定である。

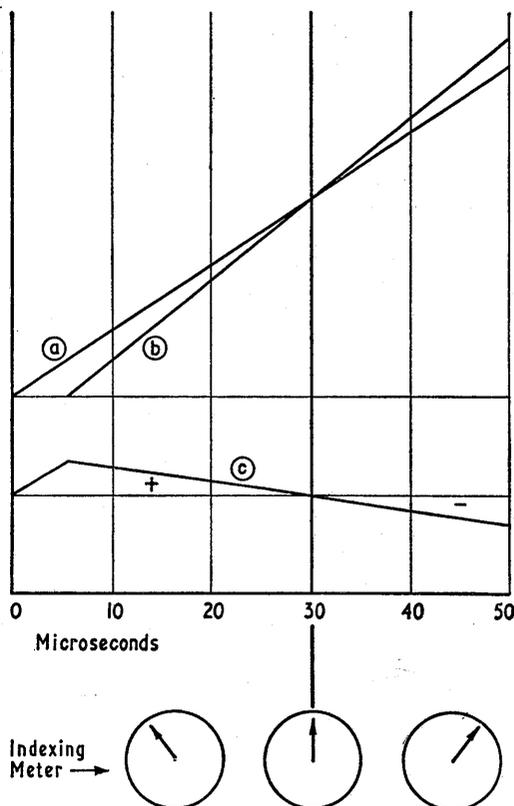
実質上は、十進パルスカウンタが主局に対する従局信号の遅れを表わす従局ゲートパルスを選択するために組み合わせられ、「最少単位の」移相器（ゴニオメータ）が従局ゲートパルスを従局搬送波の（ここでも3番目と一応仮定する）サイクルと精密に一致させる。十進読みとり指示器は互に10対1ステップの歯車で結合され、おのおのはそれぞれの十進パルス計数回路に接続され、こうして読みとり器は μ s で時間差の値、すなわち双曲位置の線の読みを与える。

船が移動すると、サーボモータがカウンタ機構を時間差の値が連続的に整合するように駆動する。モータは、船の移動がゲートパルスに対し従局パルスエンベロープの中の選ばれたサイクルが位相で 1° または 2° 以上移動するようになるとすぐ、サンプリング回路中で大きくなる誤差信号に応じて回転し、図の円の中で示すように、ゲートパルスがサイクルの正しく中央にあるならば誤差信号は零で、サーボは平衡している。カウンタは、（デコメータの精密指針と同じ方法でその位置を指す精密桁を除き）1/10回転のステップで手で回わすことができ、こうして全遅延時間ははじめに手で設定できる。サーボは有効な積算機能をもっているけれども、その特定の場合以外は積算システムではなく、時間差の粗測定は精密位相比較が作動する前に満足されていなければならない、したがつてロランCは本質的にはアンビギティをもたない双曲線航法システムである。

6. しるし付け (Indexing)

SPN-31 受信機の前面パネル上の目立つた部品は、主局と2つの従局用の3個のしるし付けメータである。ここで、しるし付けとは「3番目のサイクルを選び出すこと」を意味し、中央が0のメータのどれか一つの振れは、利用者にそれぞれのゲートパルスが3番目以外のサイクルに固定されていることを警告する。ロランC受信機がうまく動作することは、3番目のサイクルを見出す能力に大きく影響されるので、これをどうして行なうか

を考える必要がある。受信機の中で標準の30 μ s として役立つようないくつかのパルス列または信号を作ることには容易であるが、それを如何にして非常に弱かつ雑音のあるパルスの立ち上りと一致させるかはむずかしいことである。実際的には、受信パルスから30 μ s の時間データを引き出す以外の方法はない。使用された方法は第6図に示すとおりで、ここで (a) は受信パルスの尖頭値の半分の立ち上がりを示し、これは0~50 μ s の間を直線で示してある。問題は、この線上で始めから30 μ s の点を精密に見出すことである。



第6図 受信パルスからしるし付け制御信号の作り方。波形 (a) は受信パルスの始まりを表わし、これは両信号の振幅が所要の30 μ s の点で同じになるような波形 (b) を作るために遅延され増幅される (a) から (b) を引けば制御信号 (c) が得られ、それはメータを図に示すように動作させる。

エンベロープ波形 (a) が5 μ s の遅延時間を持ち、1.2の増幅率をもつた回路に導かれると、その出力波形 (b) はそれに応じた急傾斜で、30 μ s の点で (a) の振幅と同じになる。この両信号の引算を行なうと、結果としての出力は、交叉点より前は正、交叉点では0、そのあとは負というようになる筈である。こうして交叉点の一つのデータになり、3番目のサイクルがサンプリング・ゲート

と一致しているかどうかを示すゼロメータ指示（またはサーボ信号）のもとを作ることができる。ゲートが2番目のサイクルに移動するとメータは左に動き、ゲートが4番目のサイクルに移ると右に動く自動しりし付けを行なうサーボは同様な方法で応答する。

この記述は全体的に非常に簡略化しており、例えばパルスの立ち上りは直線からほど遠いが、 $20\sim 40\mu\text{s}$ というようなところでできた制御信号は、元の信号のエンベロープの振幅のわずかに $1/10$ 程度であるという事実が指摘される。この回路はしたがって高度の安定度をもつ必要があるが、それにもかかわらず、 $30\mu\text{s}$ 点の識別は、大きな雑音信号があつたり、伝搬効果がパルス波形の歪をおこすような長距離では破られるおそれがある。したがって、信号強度が低いときには、一つ以上のサイクル誤差が、不正確なしりし付けをした信号の一つから導入される。主局と従局とが、例えば3番目の代りにともに4番目で動作すれば、これによる誤差は生じないが、空間波による合成波形を生ずる可能性が、デッキの場合と同様に生ずる。

7. 操作者

ロランAの場合と同様に、操作に熟練するための練習をする必要のある重要な知識があり、監視用ブラウン管上で信号をよく理解して観察する能力は、たとえ装置を別の方法で完全自動化したとしても手離す気になれない信頼性をもっている。非常な悪条件の下でも、上手な操作者は振幅のより大きい「パルスの後の部分」を使うことを慎重に選定して、空間波による誤差の可能性を認めつつ、航行の連続性を保つことができる。AN/SPN 31受信機の出現は、その制御器と指示器の数から、熟練度が特に大きな効果を与えるという傾向をもつ可能性があるが、それらの数のうちの多くは、この特定のセットの規格に関連したもので、実際に船位決定を行なう過程で使用されるのはわずか2つの読みとりカウンタである。

8. 位相コーディング (Phase coding)

実際上は、主局と従局パルスは8個のパルス群として送信され、更に主局のパルス群には9番目の識別パルスが付加されており、これら各8個の群のパルスの間隔は 1ms である。これは時間を測定するときにより多くの情報を与える一つの方法であるが、それはまた、特に受信機が始めの整合を自動的にできる型のものであれば、その過程を助けるために使用される位相コーディングとして知られている動作を行なう。「位相コーディング」という言葉は、8個のパルス群のうちに、他のパルスと反対の搬送波の位相をもつたものとから来ている。このような既知の極性分布をもつた合成ゲートパルス群によつて正

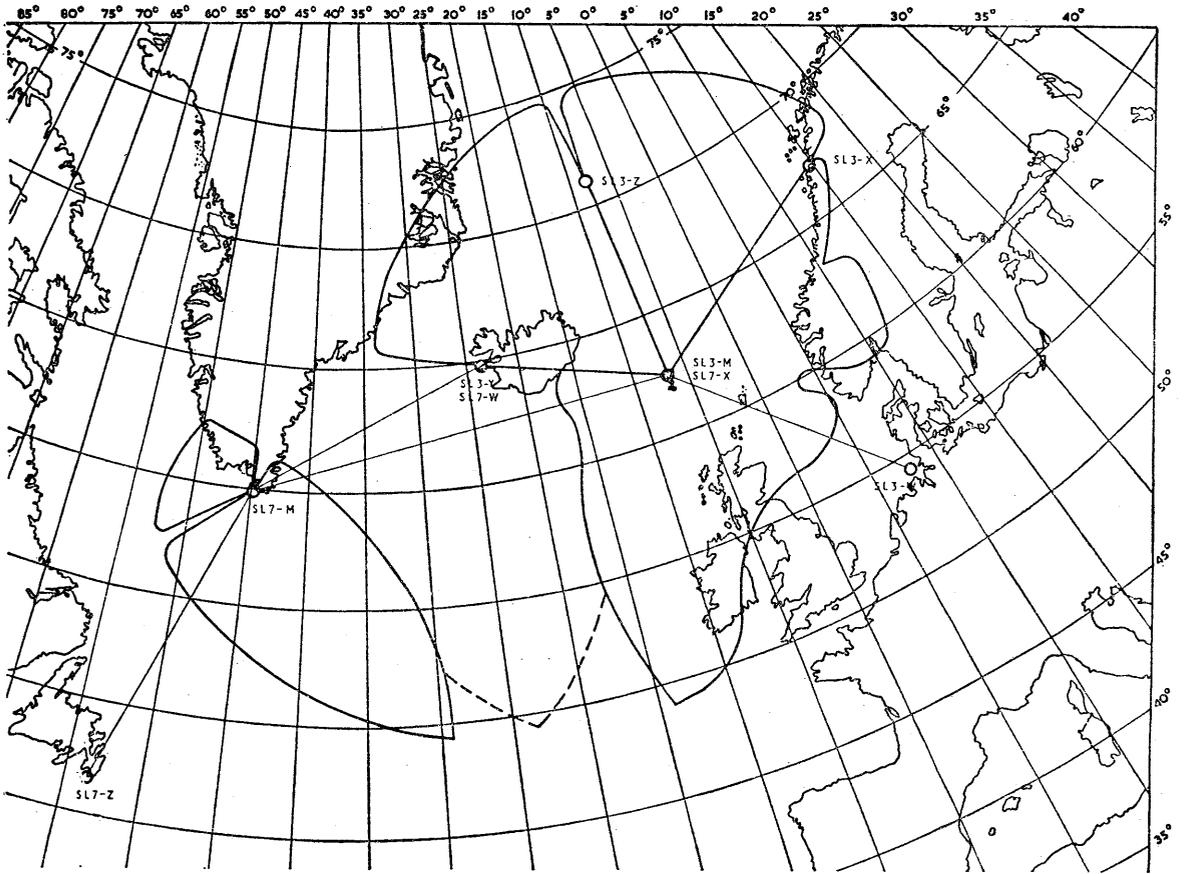
しい位置に凹凸のある鍵でのみ開くことができるのと同様の効果の整合が行なわれる。

9. 性能上の注記

最後に精度と性能についてふり返つて見ると、この問題をはつきりさせるには別の論文が必要と思われるが、それらのうちのいくつかの事項をここで述べるべきである。ロランCは、しばしば1マイルについて1ftの精度をもっていると述べられ、事実、このざつとした一般概念は、局から数百マイルの範囲までは、SPN-31受信機の再現性としてはあまり広い値ではない。特定の例をとると、ある公式試験では、2つの送信局からはもつと離れているが、昼間 825 海里、夜間 700 海里において $1/4\mu\text{s}$ という位置の線測定の再現性に対する rms 誤差を示した。基線上では $1/4\mu\text{s}$ は1度 100 ft より大きな値を表わし、観測点では、レーンの拡散率が約2であることが予想され、更に考慮すべき他の位置の線があつたので、結果的な位置決定の再現性は（1本の位置の線に対し）700 または 800 ft 以下にできた。夜間における距離の減少は雑音の増加によるものと考えられる。ロランCは他の同様のシステムに比べ 1,000 海里程度の距離までは、好ましくない空間波信号を完全に識別することができることが大きく特記され、それによつて不規則誤差の値を非常に小さくできるにもかかわらず、陸上と海上伝搬の有効速度の差による系統誤差を受けることが少なくない。他のシステムと同様に、これらの誤差は、較正と修正によつて許容できるようになるが、簡単に不規則誤差の $10\sim 20$ 倍になる。地上波の陸上を通る距離は一般には海上を通る距離よりも数百マイル少なく、局はその減衰効果を考へて位置がきめられている。

第7図の曲線は、95% 確率で 5 海里の固定誤差を示し、これは船によるよりはむしろ、航空機上の SPN-31 受信機で得られた結果にもとづくものである。その大部分が比較標準のある公式試験コースの数百時間の飛行試験によるもので、カウンタを動かすサーボ系の歯車比の変更と時定数の変更以外は、この本来船舶用の受信機を機上で使うことに対する大きな改装は不要であつた。

5 海里という数字をきめるために、最も遠い送信局から約 700 海里をこえた距離では、主局チャンネルにのみ 3 番目の代りに 4 番目のサイクルで働く 1 サイクルの誤差があり、換言すれば、長距離における 5 海里の誤差の主要な原因は正しくないしりし付けによる主従局の時間差測定であるという仮定が行なわれた。この仮定は、操作者の熟練度と経験を考慮すべきであると考えられたからである。熟練した操作者は、局からの海上距離が 1,000 海里ですべてのチャンネルを正しく 3 サイクル動作をさせることがそれぞれ可能であり、そのときの等精



第7図 大西洋地域におけるロランCの5海里(95%)の推定等精度曲線である。この曲線は主としてこの地域の飛行試験によつたものである。4サイクル目のしるし付けによつて $10\mu s$ の誤差があるとして、一局当りの海上距離を1,000海里と仮定している。局の配置を1966年3月に対し予測している。点線はGreenland-Iceland-Faroesからの有効範囲をもしこの組合せが残つた場合について示してある。

度曲線は、当然その精度が大きく改善され、例えば5海里の曲線はほとんど0.5海里近くまで変更されるだろう。

これらの曲線内はどこでも、潜水艦が水面上に出たときにSPN-31受信機のスイッチを入れて、すでに仮定した1サイクルのしるし付け誤差以内に送信に受信機を急速に固定することが期待でき、一度、受信機が固定されれば、経験的に曲線の外側へ局から離れても受信機は曲線をこえて数百マイルの間、積算を続けて、3または4サイクル目の動作を保つだろう。[ロランCで行なわれた非常な長距離におけるいくつかの報告は、良好な有効範囲のときに固定を行ない、そのうち、利用者が外側から入ってきたときには固定が不可能であるような距離ま

で移動したある航空機の場合をのべていることが信用される。

10. ま と め

いろいろ要素をもつた主題を数語でまとめようとするは無理であるが、SPN-31型船舶用受信機を通じて見たロランCは、使用する周波数スペクトル、装置の複雑さと価格および操作者の訓練の点からの欠点のある、“持続されない”システムであるといえそうである。逆に、それは利用者が陸地から1,000マイルの海上に居るときに、今日利用可能な如何なる他のシステムより正確にその位置を与えることができる。



Introduction of New Products

JAB-202 形音波式液面測定装置

*日本無線株式会社

Measuring Equipment with Audible Sound

NIHON MUSEN Co., Ltd.

We introduce here an completely new type level guage named "Level Measuring Equipment, Model JAB-202."

It utilizes the sound-echo principle, and is very suitable for use in tanks of ship.

In applying the sound-echo method, in such equipment, one of the most serious problem is the dependence of the velocity of sound waves upon the temperature and the components of the gaseous medium through which the sound waves propagate.

This problem is solved in this equipment by introducing a fixed reflecting target at each 1 meter along the path of sound propagation. Sound echo reflected from these fixed targets are compared with those from the liquid surface, and the error due to velocity change is corrected.

With such arrangement, the maximum error of measurement is within 1 cm in the atmosphere of homogeneous gas. Even when the variation of gas density is remarkable, the error does not exceed 10 cm. The latter is the case of measuring of the oil level of crude-oil tankers at the time of loading or unloading.

The sound waves are propagated through a wave-guide in order to prevent them from diffusion as well as to minimize the external noise. Thus, the maximum measuring range of 25 meters is available.

Electro-Acoustic transducer of this Equipment is constructed as explosion-proof type, and it has obtained the approval of Safety Laboratory of Ministry of Labor

of Japan, and approval of Nihon Kaiji Kyokai (NK for its ability of explosion-proof.

This Level Measuring Equipment can therefore be used in tanks which are fulfilled with explosive gas.

1. 概 説

ここに紹介する液面計は、特に船舶用諸タンクの液面測定に適した可聴音波を利用した全く新しい形式の液面計であります。

本方式によれば、タンク上方に電気音響変換器を設け、パルス状音波を下方液面に向つて発射し、液面より反射されて帰つて来るこの音波の反射波の帰来するまでの時間から液面までの距離を測定します。

この原理を利用したこの種装置で最も重大な問題は、音波の速さが一定ではなくて、音波を伝える媒体である気体の、温度およびその成分により大きく左右されるという事であります。

本装置ではこの問題を、音波の伝播途上に一定間隔ごとに固定反射体を設け、これら反射体からの反射波と、液面からの反射波の比較を行なうことにより、音速を較正し、正確な距離を計測するようにして解決しています。

このような方法によつて計測を行なうことによりタンク内のガスが上下方向に均一な、バラストタンク、燃料油タンク、喫水計等に利用した場合には、±1 cm 以下、荷役中のタンカーのカーゴタンクの場合のように相当程度ガス濃度が上下で異なっている最悪の場合でも、最大約 10 cm 程度以下の誤差で測定することができます。

* 所在地： 東京都港区芝西久保桜川町 25

Address: No. 25, Shiba-Nishikubo-Sakuragawa-cho, Minato-ku, Tokyo.

また音波は、拡散損失および外来雑音による妨害を避けるためにパイプの中を伝送せられ、船の機関、ポンプ等の雑音に妨害されることのないようにされているので、最大測定可能距離 25 m が得られています。

2. 特 色

本装置は、概説で述べましたとおり、油送船の貨油槽、船舶のバラスト槽、燃料槽、清水槽等に使用するのに適した液面計であり、また船舶の喫水計としても使用することが可能であり、もちろん陸上用のタンクにも使用することができるものであります。

本装置は、今まで使用されてきた液面計とは次のような点で異なっております。

1. 機械的な可動部分が全くありません。このため非常に長寿命であります。
2. 計測装置にある撰択ボタンの制御のみで、数多くの点の液面を測定することができます。

このためタンク群の集中制御に便利であります。

3. 計測すべき各タンクに設置する装置は単に電気音響変換器と音波導波管のみであり、計測装置との連結には、ただ単に 2 芯の電線のみで十分です。

このため測定すべきタンクの数が多い場合に他の計測方法に比べより経済的であります。

4. 電気音響変換器は耐圧防爆形 (d2G4) であり、労働省産業安全研究所および日本海事協会の試験に合格したものであります。(Lloyd および AB は現在出願中)

このため、爆発性のガス蒸気の充満するタンクにも十分安心して使用することができます。

5. 測定精度は、特殊な方法により十分高くされており、またその表示は、数字表示管による 4 桁の cm 単位の数字で与えられます。

このため読み取りは非常に容易であり長時間の使用で疲れません。

6. 音速の較正その他は全部電子的に装置内で自動的に行なわれます。

このため、操作は非常に簡単で、電源スイッチの on, off と測定しようとするタンクを撰択ボタンでえらぶだけで十分です。

3. 測定原理

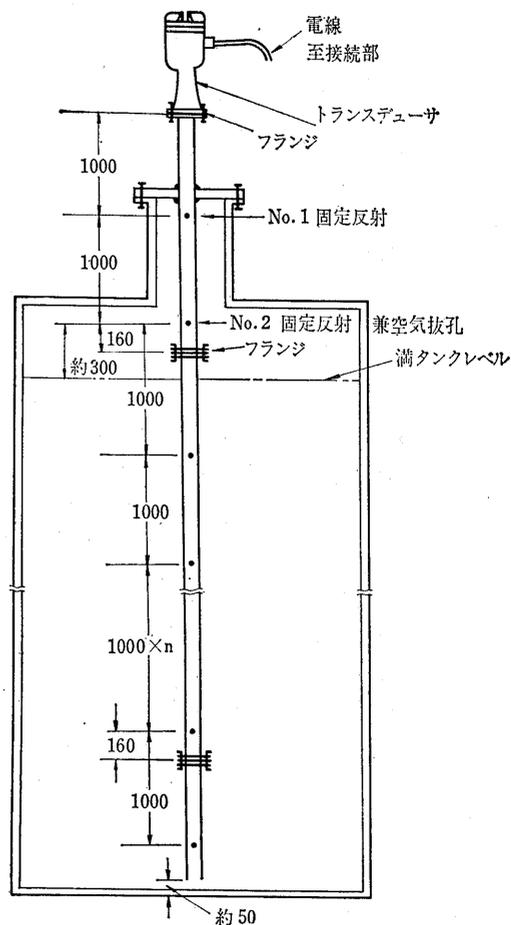
本装置の測定原理は音響的なものに基づいております。すなわち音波が発射されますと、その音波は媒質中を波動として伝播し、その伝播の途上に何か障害物があれば、そこから反射されて帰って来ます。すなわち「山

彦」の現象であります。

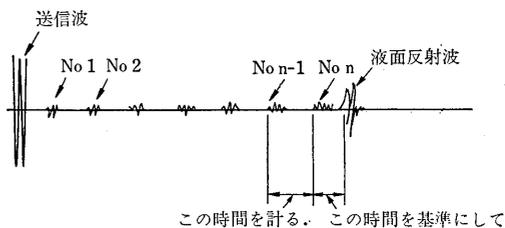
本装置ではパルス状の電気信号が電気音響変換器に供給されます。電気音響変換器は、その電気信号を音響信号、すなわち音に変換します。

電気音響変換器はタンクの上方に装備されて、そこから発射された音波は下の方、液面に向つて進行し、液面で反射されて帰って来ます。

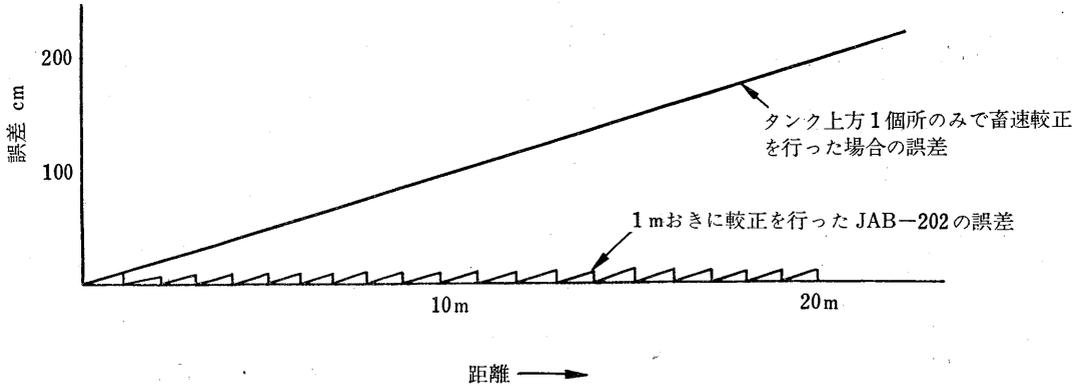
ここで音波を自由空間の中を伝播させますと、拡散されて帰って来る反射波の中、電気音響変換器に捉えられ



第 1 図 タンク実装図 (単位 mm)



第 2 図



第3図 誤差の表われ方

る音波は、距離の2乗に反比例して減少しますので、これを防ぐために音波導波管（パイプ）の中を伝播させます。この音波導波管は、また外来雑音のシールド効果も持つて居ります。

このようにして、音波は、音波導波管の中を電気音響変換器より、液面に向つて伝播し、液面で反射されて、電気音響変換器の方へ帰り、これによりふたたび電気信号に変換されます。

ここでもし音波の伝播速度が分つているならば、電気音響変換器と液面との距離は、送信パルスと液面による反射パルスとの時間間隔から計算されます。

ところが前述のように、音波の伝播速度は、一定のものではなく、媒質の温度および媒質そのものの成分によつて異なつた値となります。

この音速による問題は、本装置においては音波導波管中に1mごとに固定反射器を設け、これの反射波を利用することによつて解決して居ります。

すなわち、固定反射器における音波の反射係数を、液面の完全反射の1/10またはそれ以下になるようにしておきます。すると音波はこの反射器で反射されつつ進行しますので、帰つて来た音波は、第2図に示されるようなものが得られます。この反射音波は電気音響変換器により電気信号に変換されます。

本装置は、固定反射器よりの反射波と液面による反射波とをその振幅の大きさに区別し液面反射波の前にある固定反射波の数を計数します。このことは、結局液面上にある固定反射器の個数を数えた事に相当するわけで、電気音響変換器より液面までの距離をm単位で計測したこととなります。

cm単位の計測のために、本装置には補間発振器が設けてあります。

今、液面のすぐ上の固定反射器が、上から数えて第n番目であつたとします。(第2図参照)、補間発振器の発

振周波数を制御して第(n-1)番目の反射波から、第n番目の反射波までの時間に入る補間発振器の波数を計数し、これが丁度100になるようにします。そして次に第n番目の反射波から液面の反射波までの時間だけ、このように制御された補間発振器の波数を計数します。

したがつて、このようにして計数された数値は、液面直前の1m区間の平均音速を基準にして液面直前の固定反射から液面までの距離を測つたこととなります。

本装置では、以上のことを全部電子装置により自動的に行ない、mの桁として2桁、cmの桁として2桁、合せて4桁の数字により表示します。

このようにして測定された値には次式で示される原理的な誤差を含んでおります。

$$E = l \left(1 - \frac{v_x}{v_n} \right)$$

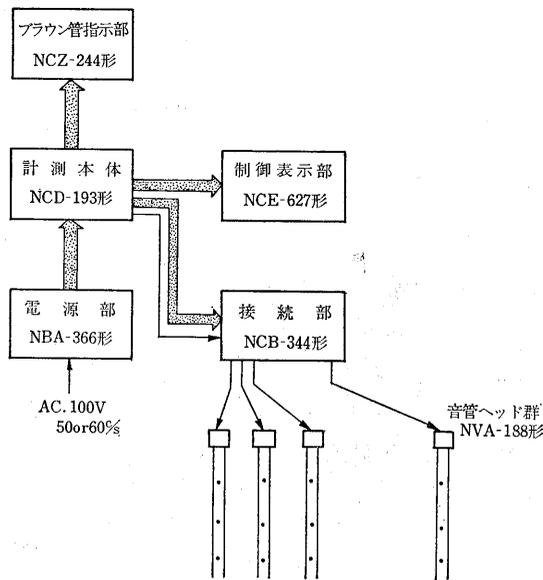
- ここに E; 測定誤差 (cm)
- l; 液面直前の固定反射と液面との間の距離 (cm)
- v_x ; 液面直前の固定反射と液面間の平均音速 (cm/sec)
- v_n ; 液面直前の固定反射とその前の固定反射の間の平均音速 (cm/sec)

上式において、 $v_x = v_n$ であれば、誤差Eは0となります。これは液面のすぐ上の2mの区間で、音速が変化していない場合で、水タンク、燃料タンク等の場合に相当します。

油槽船の荷油槽の荷役の際には、この v_n と v_x が約10%異なります。この場合もlは100cmが最大ですので、誤差は0~10cmとなり、これを越えることはありません。

誤差の表われ方（音速が上下方向、特に液面上で変化している場合）を第3図に示しました。

なお第1図に、本装置を使用する場合のタンクへの実



第4図 構成図

第1表

■ 定 格

測定可能最短距離	トランスデューサ前面フランジより 約 230 cm
最大測定距離	約 2,500 cm
測定精度	±1 cm
測定確度	上下方向にガス状態が一様するとき ±1 cm 上下方向にガス状態が変化しているとき 約 5 cm
表示(測定点)	2桁の数値表示またはアルファベット文字
表示(計測値)	アレージ寸法またはサウンディング寸法のいずれか、任意に選択可能で4桁の数字 測定原点は任意
測定点数	標準最大 50点
測定点選択	押ボタンによる手動 20点までは 1 鈕による選択 50点までは ×10, ×1 の桁の2桁による選択
トランスデューサ	耐圧防爆構造 d2G4
音響パイプ	呼び径1吋の金属管(内径27φ) 1mごとに固定反射として5mmφの丸棒植込み
適用音速範囲	340 m/sec ±40%
周囲温度	計測本体, 制御表示器, 電源部等 -10°C~+40°C トランスデューサ -20°C~+70°C
電 源	AC 50 c/s~60 c/s 1φ 90, 100, 110, 120 V 約 100 VA

装図を示しました。

4. 構成

本装置の構成は、第4図のようで、特に制御表示器は、これにすべての操作部分を集め、小形にして、他の制御パネル等にも容易に組み込むことができるようにさ

れております。また2ヶ所で、一つの計測器を使用した場合にはこの制御表示器のみ2ヶ装備し、相互連結を行なえば、先に電源を入れた方が使用できるようにすることができます。

本機の定格を第1表に、写真1に外観写真を示します。

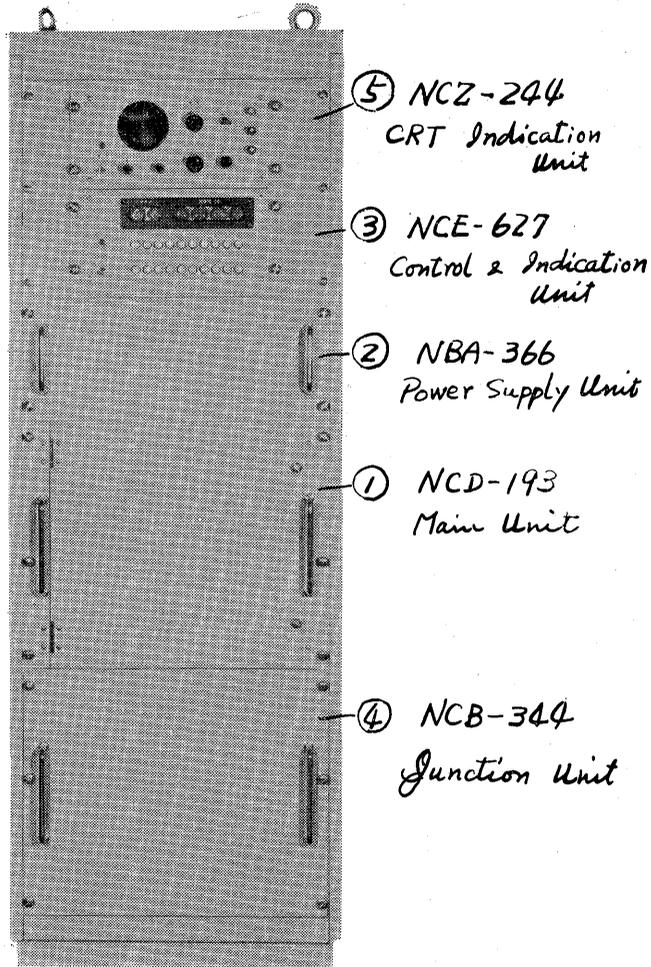


写真 1

マリンロラン A/C ML-100

*株式会社 東京計器製造所

Marine Loran A/C, Model ML-100

*TOKYO KEIKI SEIZOSHO CO., LTD.

Summary

The Marine Loran A/C, Model ML-100 is a receiver which is used in general navigation and in fishing boat operations and which is capable of receiving both loran A and C signals. As a fully manually-operated receiver, Model ML-100 has the highest performance. By analyzing the actual pictures received by this receiver, the superb features of Model ML-100 will become apparent.

1. 概要

マリンロラン A/C, ML-100 は従来のロラン A 信号のほかロラン C 信号も受信し、測定できるロラン受信装置であつて、特にロラン C 信号の 8 本の全サイクル信号 (100 KC) を有効に使用しています。また 35 db 以上もの減衰量を有する) ノッチフィルタが 2 組あつて、70 KC より 130 KC にわたつて外来妨害波雑音の周波数に手動で設定することにより、別々に 2 つの雑音を除くことができます。

2. 特徴

マリンロラン A/C, ML-100 によるロラン C 信号の受信信号の写真を示し、本装置によりロラン C 信号の本格的な測定ができる特徴を述べます。

- (1) 1 本の掃引線の下上に全局の受信信号が並び、主局の 9 本目のパルスの確認が容易であり、したがつて主局と従局の選別がしやすい。(写真 A)
- (2) 主局と従局の各々の 8 本のパルスを確認し、1,000 μ 秒の誤誤を防ぐことができる。(写真 B)
- (3) 地上波と空間波との分析をあらかじめすること。(写真 C)
- (4) ロラン A 信号の場合と同じ合わせ方で、ロラン C 信号をエンベロープの型で合やすことにより粗測定をすることができる。(写真 D)

(5) 10 μ 秒だけ主局と従局のエンベロープ信号をずらすと、明確にそのずれの差を生じるので、後述のサイクルマッチングの重合の時に測定上 10 μ 秒の誤差の発生が少ない。(写真 E)

(6) サイクルマッチングを極めて安定に行なうことができる。ロラン C 信号の搬送波である 100 KC をそのまま見ることができ、空間波の影響のない始めの 3~5 サイクル分だけを見ることができる。この際主局の 8 本の搬送波と従局の 8 本の搬送波の合計 16 本を重合していることになる。(写真 F) この段階でサイクルマッチングによる信号の精測定を容易に行なうことができる。

(7) ロラン C の搬送波信号の全体を確かめることができる。(写真 G)

(8) 100 KC 近辺の外来雑音により掃引線が極めて太くなつている状態が見える。(写真 H)

(9) ノッチフィルタにより外来雑音を消却し、写真(A)の状態まで、測定条件を改善することができる。

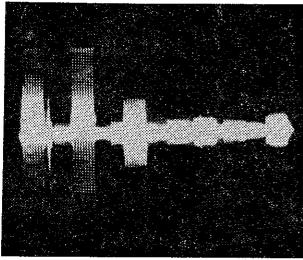
3. 性能諸元

受信周波数	ロラン C	100 KC
	ロラン A	チャンネル 1 1,950 KC
		チャンネル 2 1,850 KC
		チャンネル 3 1,900 KC
パルス繰返周波数	ロラン C	SS 10 PPS
		SL 12 $\frac{1}{2}$ PPS
		SH 16 $\frac{2}{3}$ PPS
		S 20 PPS
		L 25 PPS
		H 33 $\frac{1}{3}$ PPS
	ロラン A	S 20 PPS
		L 25 PPS
		H 33 $\frac{1}{3}$ PPS

ロラン C およびロラン A 共に上記の各基本繰返しごと

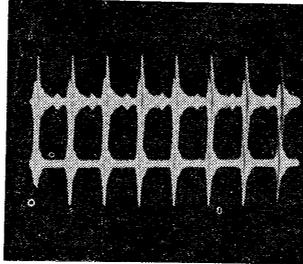
* 所在地: 東京都大田区南蒲田 2 丁目 16 番地
Address: No. 2-16, Minami-Kamata, Ota-ku, Tokyo.

Marine Loran A/C, Model ML-100



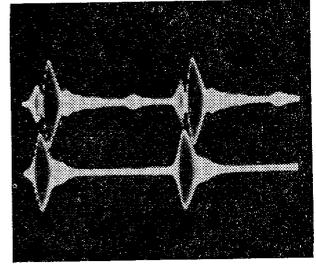
(A)

局 選 択 : SS 3
測 定 切 換 : 1
従局ベデスタル : W
掃 引 拡 大 : CCW
測 定 時 刻 : 18.00



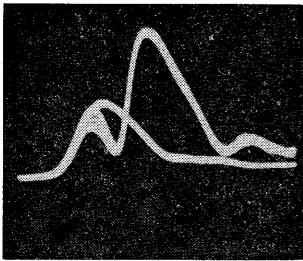
(B)

測 定 切 換 : 2
掃 引 拡 大 : CCW
他 の 条 件 は (A) と 同 じ。



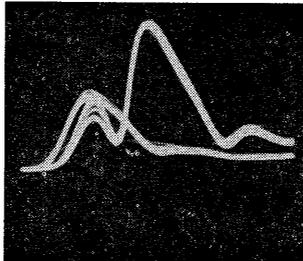
(C)

掃 引 拡 大 : CW
他 の 条 件 は (B) と 同 じ。



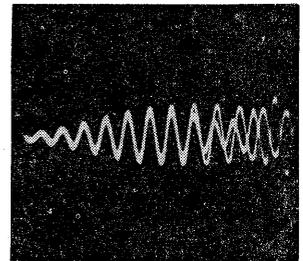
(D)

測 定 切 換 : 3
他 の 条 件 は (C) と 同 じ。



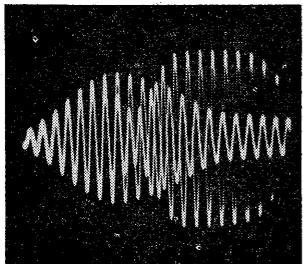
(E)

(D) の 状 態 を 10 μ 秒 だ け
遅 延 切 換 器 で 主 局 と 従 局 間
を ず ら す。



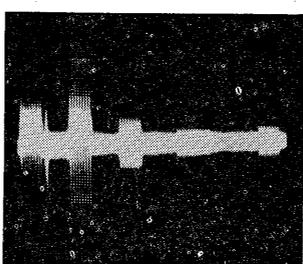
(F)

測 定 切 換 : 4
他 の 条 件 は (C) と 同 じ。



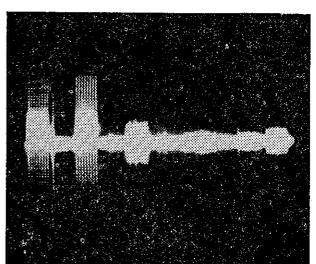
(G)

掃 引 拡 大 : CW
他 の 条 件 は (F) と 同 じ。



(H)

(A) の 状 態 に 100 KC 近
辺 の 外 来 雑 色 が 加 わ る。



(J)

(H) の 状 態 に ノ ッ チ フ
イ ル タ の 効 果 を き か す。

に特殊繰返しは0より7まで、8種類で合計、ロランCの場合は48種類、ロランAの場合は24種類である。

受信方式 ロランC 高周波増幅方式
 ロランA スーパーヘテロダイナ方式
分周遅延方式 2進—10進変換バイナリスイッチ方式
同期方式 手動および自動 (AFC)
 (主局と従局共)

指示方式 75 m/m 径高感度陰極線管, 1.5 倍レ
 ンズおよび緑色フィルタ付き
測定精度 0.20 μ 秒以下
電源および消費電力
 直流 24 V, 45 W 以下
 または 交流 100 V~115 V, 50 c/s~60 c/s,
 75 VA 以下



Record

電波航法研究会・昭和40年度事業報告

*電波航法研究会事務局

Record of the Japanese Committee for Radio Aids to Navigation in Japanese Fiscal Year 1965

*Secretariat

(1) 27 May, 1965: A regular general meeting was held at the council-hall in the building of the Maritime Safety Agency (MSA) at 14.00. The report on activities and the report on finance of the fiscal year 1964 were explained by representative from the secretariat and approved by the members.

The staff members were elected afterwards. Prof. Toshitada MATSUYUKI of the Defence Academy was appointed Chairman again, Prof. Minoru OKADA of the Tokyo University and Prof. Torao MOZAI of the Tokyo University of Mercantile Marine were also re-appointed Vice-Chairmen. The secretariat submitted budget and work plans of the fiscal year 1965, and these were approved by the members as drafted. The budget and work plans entrusted by the Japan Association for Preventing Sea Casualties were also approved.

It was decided that a sub-committee (Chairman: Mr. Torao MOZAI) will carry out this entrusted work. Partial amendments to the regulations of this committee were proposed and approved.

A lecture was given by Mr. ABE, chief of the Technical Sub-Section, Aeronautical Maritime Section, Radio Regulatory Bureau, on the subject of "The public hearing on the technical standards of navigation in Munich" by Mr. Torao MOZAI.

(2) 22 September, 1965: A general meeting was held at the MSA council-hall at 14.00.

A lecture was given by Mr. Mikio SAKURAGI, Institute for Sea Training, on the subject of "The application of Milli-wave radar to Navigation" and another lecture about "Loran-C" by Kodan Electronics Co., Ltd. These were followed by Mr.

1. 昭和40年5月21日、海上保安庁会議室において定例総会が開催された、昭和39年度事業報告および会計報告が事務局側により行なわれ、会員に承認された。この後、昭和40年度の役員選挙が行なわれ、会長に防衛大学校教授・松行利忠氏(留任)、副会長に東京大学教授・岡田実氏(留任)、および東京商船大学教授・茂在寅男氏(留任)が決定され、それぞれ本人の承諾を得た。次いで、事務局側から、昭和40年度予算案および事業計画が提出され、事務局の原案どおり会員に承認された。なお、海難防止協会の委託研究費についても原案どおり承認され、委託研究専門部会(部会長・茂在寅男氏)で作業を行なうことに決定した。続いて、一部の規約改正が承認された。電波監理局航空海上課阿部技術係長より「レーダの技術基準等」に関連する聴聞会についての説明があり、続いて茂在副会長より「ミューニッヒにおける国際航法会議」についての説明があつた。

2. 昭和40年9月22日、海上保安庁会議室において定例総会が開催され、茂在副会長より、日本海難防止協会委託研究専門部会の経過について、中間報告が行なわれた。次いで、航海訓練所・桜木幹夫氏の「ミリ波レーダの航海への利用」と、光電製作所・田中磯一氏お

* 海上保安庁燈台部電波標識課気付(東京都千代田区霞ヶ関 2-1)

* c/o Radio Navigation Aids Section of Maritime Safety Agency (No. 2-1, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo)

Toraō MOZAI's interim report on the work entrusted by the Japan Association for Preventing Sea Casualties.

- (3) 8 November, 1965: A general meeting was held at the MSA council-hall. Lecture were given by Mr. SHIOHARA of the Japan Association for Preventing Sea Casualties on the subject of "Speed of a super ship in getting alongside the quay" and by Mr. Kōjiro SHIBATA, Anritsu Electronic Work Co., Ltd., about "the measuring equipments of speed of ships". Mr. Ichiro YOGO, Maritime Safety Agency, and Mr. Yasuo IZUKA, Oki Electric Co., Ltd., reported on the 7th International Conference on Lighthouses and other Aids to Navigation in Rome.
- (4) 7 February, 1966: A general meeting was held at the MSA council-hall. A lecture was given by Mr. Kazutami SHOJI, Assistant Prof. of the Tokyo University of Mercantile Marine, on the subject of "shipboard electronic equipment" and other lecture by Mr. Yoshizō HAGINO, Maritime Safety Agency, on the subject of "Consideration of the training equipmenr for steering small ships", which was followed by Mr. Toraō MOZAI's interim report on the work entrusted by the Japan Association for Preventing Sea Casualties. Mr. Toshitada MATSU-YUKI, the chairman, announced that the office of this Committee would move to the Maritime Safety Agency Building in April 1966. Then, the original draft to incorporate this Committee was presented by Mr. Takashi OKADA.
- (5) 20 March, 1966: The report of the committee, "The Electronic Navigation Review, No. 7" was published.

よび古野電気株式会社村田氏から、それぞれ「ロランC」について講演があつた。

3. 昭和40年11月8日、海上保安庁会議室において定例総会が開催され、日本海難防止協会・塩原氏の「超大型船の着岸速度について」次いで安立電波株式会社、柴田幸二郎氏の「船舶速度測定器について」の講演があり、さらに、海上保安庁・余湖一郎氏、沖電気株式会社・飯塚康雄氏より、ローマで開催された第7回国際航路標識会議の報告が行なわれた。
4. 昭和41年2月7日、海上保安庁会議室において総会が開催され、東京商船大学・庄司和民氏から「船舶搭載機器」について、次いで海上保安庁萩野芳造氏より「小型船舶操縦訓練装置の考察」について、それぞれ講演があり、また日本海難防止協会委託研究専門部会の現況について茂在副会長から報告が行なわれた。さらに、松行会長より事務局を海上保安庁に移すこと。および岡田高氏より、研究会を法人とするための原案が発表された。
5. 昭和41年3月20日、本研究会の機関誌「電波航法」第7巻が発行された。

編集後記

庄司編集幹事が外遊中であるので、臨時の編集幹事として、本号の取りまとめをお引受し、早期発行を旨としながら、「レーダの運用指針」の改訂版の発行や公務多忙などのため、予定が遅れ各方面に御迷惑をかけてしまった。しかし、内容的には多彩な玉稿を頂き、特に、研究調査の欄がこれまで以上に充実したことを喜ばしいと思つている。ただ、あまり堅い記事が集まりすぎたきらいがあるので、今後の読みもの的なものを一二編は必ず入れるようにしたい。研究会の法人化への努力が、会長、副会長を先頭に会員各位の協力のもとに進められているので、昭和42年度中には実現する見通しが強くなってきた。そうすると、本誌もこれまでのように年1回発行から、年4回程度の発行に切換られよう。その一段階として、予算の関係もあるが、次号は今年の秋には発刊にもつて行きたいと思つています。また、本誌の原稿は従来は編集委員会からの依頼によつて執筆されていましたが、今後は会員、非会員を問わず、読者からの御投稿があれば、これをどんどん採用して行きたい考えです。どうか

「電波航法」に関する現場の研究および御意見などを事務局（海上保安庁・電波標識課気付）までお寄せ下さい。
(木村記)

編集委員

茂在 寅男	(編集委員長 東京商船大学)
萩野 芳造	(海上保安庁 警備救難部)
今吉 文吉	(海上保安庁 水路部)
北田 宗一	(水洋会)
清野 浩	(海上保安庁 燈台部)
中島 俊之	(日本無線株式会社)
岡田 高	(沖電気工業株式会社)
大野 隆司	(大阪商船三井船舶株式会社)
桜木 幹夫	(航海訓練所)
真田 良	(日本船主協会)
柴田幸二郎	(安立電波工業株式会社)
嶋本 照夫	(郵政省 電波監理局)
鈴木 裕	(東京水産大学)
正道 憲二	(日本郵船株式会社)
木村 小一	(編集幹事 船舶技術研究所)

電波航法

ELECTRONIC NAVIGATION REVIEW

昭和 42 年 3 月 15 日 印 刷 1 9 6 6

昭和 42 年 3 月 20 日 発 行 No. 8

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

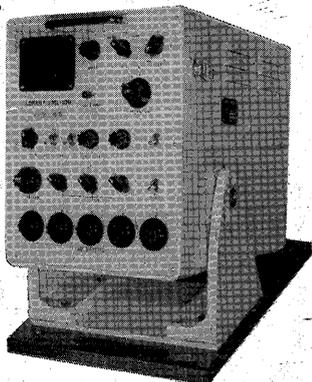
印 刷 東京都新宿区東五軒町 26 番地
(有) 啓文堂 松本印刷

ローラン A/C ML100

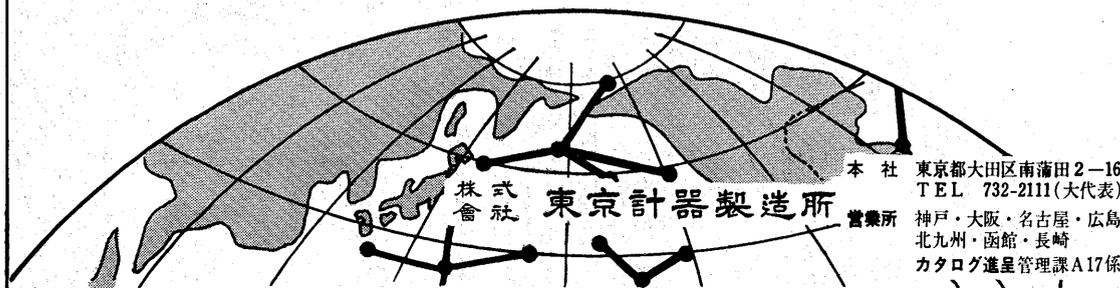
他社の追従をゆるさない!

高精度☆高性能!

本格的受信測定方式!



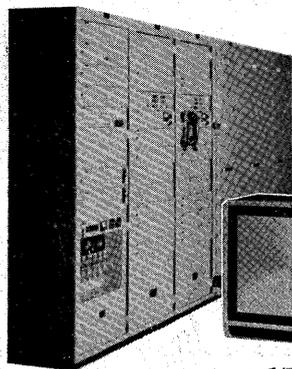
サイクルマッチング方式 } 採用
高性能ノッチフィルタ }



株式会社 東京計器製造所

本社 東京都大田区南蒲田2-16
TEL 732-2111(大代表)
営業所 神戸・大阪・名古屋・広島
北九州・函館・長崎
カタログ進呈管理課A17係

日本ではじめて完成した トーキングビーコン装置



受信機



トーキングビーコン局は、電波を利用した「声の灯台」ともいふべきもので、雨、霧、雪には殆んど妨害されませんから、光の灯台が利用できない荒天、濃霧のようなときにも、遠距離まで効力を発揮します。

電波を利用するため、操作が難かしいと思われがちですが、このトーキングビーコン局は、誰にでも簡単に、音声で方位を測定できるのが、特色となっており、航海の安全をはかり、漁場に直行できるため、能率よく操業することができます。



神戸工業

本社 神戸・支社 東京