

ELECTRONIC NAVIGATION REVIEW

電波航法

1964

5

電波航法研究会 発行

Published by the Japanese Committee
for Radio Aids to Navigation

— 目 次 —

巻 頭 言.....会長 松 行 利 忠... 1

研 究 調 査

誘電体レンズレフレクタについて.....落 合 徳 臣... 2

レーダ・ビーコンの一方式.....角 豊 三...11

講 座

英国における「レーダ航法に関する告示」について...茂 在 寅 男...13

甲板部士官として見た船舶の自動化.....東京商船大学専攻科...16

記 事

熊凝先生の思い出.....松 行 利 忠...24

鯨 島 直 人...24

森 田 清...25

茂 在 寅 男...26

岸 本 末 吉...26

伊 藤 実...27

鈴 木 裕...27

庄 司 和 民...28

新製品紹介

自動追尾方式ロラン受信機.....古野電気株式会社...29

“Nissindyne” NRR-201A型短波受信機.....日新電子工業株式会社...3
4

海外資料紹介

新しい全方向式レーダ反射器.....木 村 小 一...36

定在波条件で使用するDME.....鈴 木 務...39
1

The marine radar photoplot system.....鈴 木 裕...4

ジャイロトロンと蠅.....庄 司 和 民...43
飯 島 幸 人

電波航法総目次(No. 1~No. 4)

巻 頭 言

電波航法研究会会長 松 行 利 忠

別項の通り、本会副会長であられた熊凝先生は、去る2月御旅行先で突然おなくなりになり、又会長の鯨島先生には、去る3月東京商船大学を御退官と時を同じうして、本会の会長をも退任されることとなりましたので、計らずも私が会員皆様の御推挙により、会長をお引受けすることとなりました。ここに誌上を借りて、改めて御挨拶申し上げる次第であります。

私は去んぬる昭和26年9月、本会の前身である同名の会が、海上保安庁海事検査部の下に設立されました際、発起人の1人として参加して以来、約1年間会運営のお手伝いを致したのでありますが、その後任務の関係上相当長く会を離れておりました。しかしながら折にふれ本会が、皆様の御熱意と御努力によつて、着々と発展しつつあることを知り、誠に心強く存じていた次第であります。

顧みますと昭和26年といえ、未だ占領下の極めて不自由な時期であり、ようやく外国製のレーダを輸入し、使用することが占領軍から許可されたといった状況でありました。又ロランについても、米軍が作戦上の必要から、我国周辺に3チェーンの応急設置を行つたものの、その内容は未だ機密のベールに包まれ、うかがい知るを許されませんでした。

しかしこうした新しい電波航法装置を、技術的に検討し、且つその適切な運用を考究して、1日も早く立遅れを取戻すことの極めて緊要であることが認識され、この点に関係者の周知を集めようとして発起されたのが、本会の起源でありました。学界、官界、使用者側および製造者側から会員を得て発足したものの、国として予算上の措置が難かしく、会員は何れも所謂手弁当で参集したのでありますが、研究会は頻繁に開催され、誠に活発に進められました。

爾来12年、今や航海用電波航法装置は、あるいは自動化へ、あるいはマイクロ波領域へと、急速な発達をもたらされ、最近では人工衛星による航法という最も斬新な技術分野までが、我々の研究対象となるに至りましたことは、本会発足当時を知る者として、真に感慨無量なるものがあります。

このエレクトロニクス時代、宇宙時代に処して、我々電波航法に関係を有する者の責任が、益々増大しつつあることを痛感致します。相共に手を携えて、大いに研鑽を重ねて参り度いものであります。

誘電体レンズレフレクタについて

東京計器製造所 落合 徳 臣

Dielectric Lens Reflectors

by

Noriomi Ochiai

Abstract

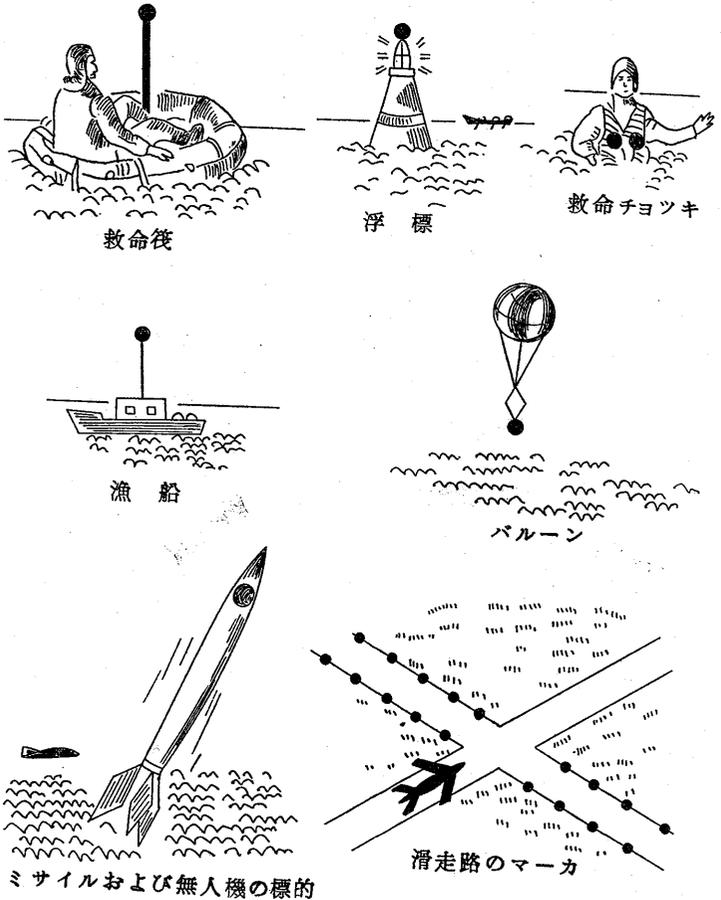
Luneberg lens reflector has a large radar cross section which is essentially constant for wide angle coverage.

Energy incident upon the lens is focused and reradiated in the direction from which it originated in same way as a corner reflector. But it is far superior to the corner reflector for wide angle coverage e. g. 140 degrees and eas a radar cross section approximately eight times that of a circular corner reflector of the same radius. Some typical data at X band are presented for 5-inch & 10-inch diameter Luneberg lens reflectors manufactured now. The measured values of radar cross section are within 1.1 dB below the theoretical

A lens which act as a true omni-directional radar reflector called as Eaton-Lippmann lens reflector is also manufactured and some typical data at X band are presented for 5-inch diameter Lens. The measured values of radar cross section are approximately 5.9 dB below the theoretical and the variation of directivity is within ± 0.8 dB. Both Lunebery lens reflector and Eaton-Lippmann lens reflector are now in production.

1. 序 言

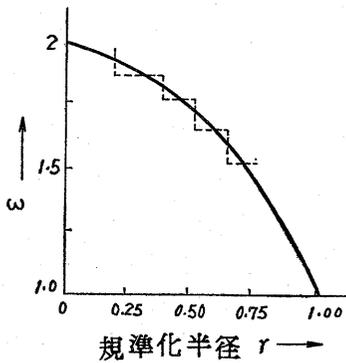
ルーネベルグ・レンズは誘電体レンズの一種であつて、最近レーダレフレクタとして、ミサイル、無人機等の標的その他に盛んに使用されるようになった。それは従来



第 1 図

学では実際に上式を満足するように屈折率を連続的に変えることができなかつたので、これが可能であることを実証することができなかつた。しかし電子工学の方では損失の少い材質で任意の屈折率（この2乗が誘電率 ϵ に相当する）のものを作ることができるので、ルーネベルグレンズが実現できるようになつたのである。(1)式を誘電率であらわすと次のようになる。

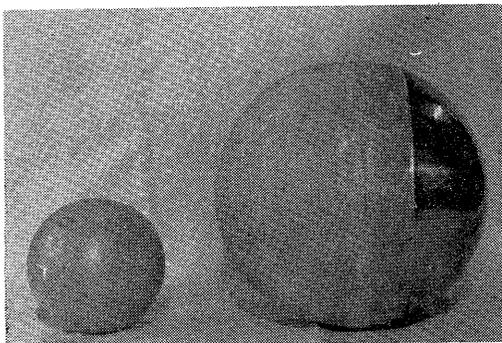
$$\epsilon = 2 - r^2 \dots\dots\dots(2)$$



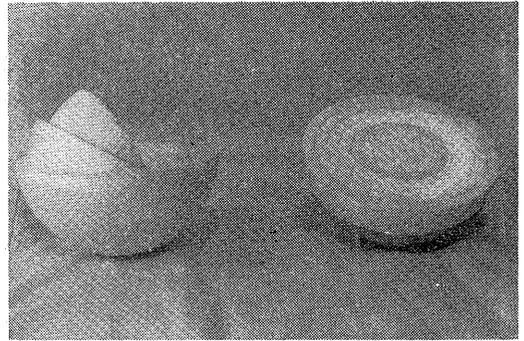
第4図

これは第4図実線で示すように放物線の形となる。しかし実際に誘電率が連続的に変化しているような誘電体を作ることはまだ不可能であるので、同図点線で示すように段階的に誘電率を変える方法が採られている。球形のルーネベルグレンズを製作する場合に誘電率の異なる球殻を組立てて球形にする場合と、円板を組立てて球形にする場合と2方法がある。しかし後者は量産には不適當であつて主として研究用に製作する場合に採られる方法である。材料としては普通発泡ポリスチロール、発泡ポリウレタン等が使用される。

種々の値の誘電率を得るためには発泡度を変える方法がとられている。例えば発泡ポリスチロールについて述べればポリスチロールそのままでは誘電率は約2.52であるが、17倍に発泡させると誘電率は1.07となり、6.1倍に発泡させると誘電率は1.20となる。



第5図 ルーネベルグ・レンズ・レフレクタの外観



第6図 ルーネベルグ・レンズレフ・レクタの内部

第5図は直径5吋及び10吋のルーネベルグレンズ(140度の金属反射板付)の外観を示したものであり、第6図は直径5吋のルーネベルグレンズの内部を示したものである。

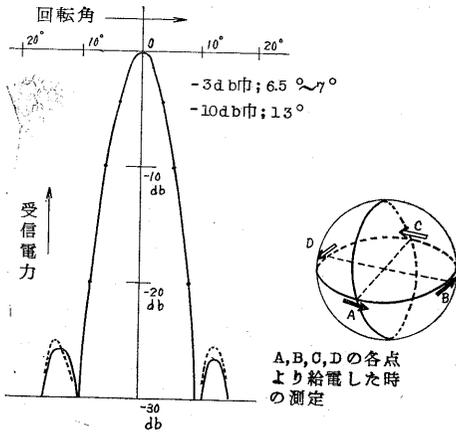
2.2 層の誘電率の精度及び層の数

各層の厚さは $\lambda/2$ (λ =波長)より薄いことが必要である。実際の場合には $\lambda/4$ に選ぶのが普通である。もし層の厚さが $\lambda/2$ より厚い場合には wave trapping の現象を起し、電波が主として同一層内を層の境界面に沿うて伝搬することになるので損失の原因となる。

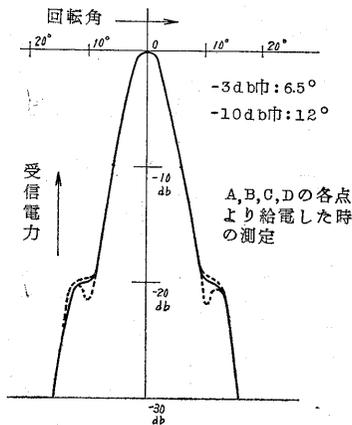
各層の誘電率の精度は $\epsilon=1.0\sim 2.0$ の範囲において ± 0.02 程度である。これ以上の精度を出すことは現在の発泡技術では実用上困難である。従つて球を形成する層の数を非常に多くし、誘電率が非常に近接した層を作ろうとするは無理である。球殻でレンズを組立てる場合には球殻の数は直径3吋のものでも少くとも10個以上、直径48吋のもので50個位が適當のようである。誘電率の測定はサンプルを導波管内に挿入し、その定在波の偏移より誘電率を求めるようにした。発泡材料が同一の場合には比重と誘電率との関係を求めるデータを集め整理した結果、多くの場合比重の分布を測定することにより、その材料の適否を判定することができた。

2.3 レーダレフレクタとして使用する場合

ルーネベルグレンズが一樣な特性でできているか否かを検するには、各点からホーンで励振して、そのアンテナパターンが一樣であるか否かを見ればよい。第7図及び第8図はその測定結果の代表例を示すものである。第7図はルーネベルグレンズの大円に沿うて、ABCDの4点からホーンで別々に励振した時のE面アンテナパターンであるが、その特性は殆ど同一であつて一曲線に一致している。また第8図はその時のH面アンテナパターンを示すものであるが、これも前と同様に各点より励振した時のパターンはよく一致している。これらはいづれも10吋ルーネベルグレンズを3cm波で試験した時の成績である。

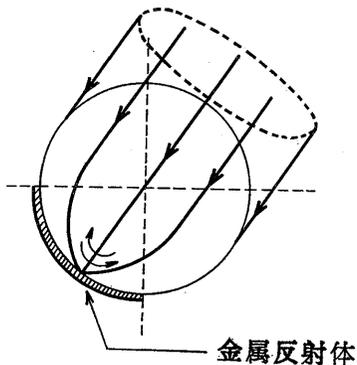


第 7 図



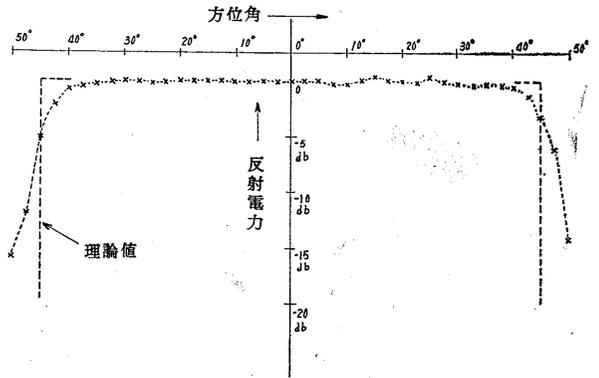
第 8 図

ルーネベルグレンズにおいては前に述べたように平面波が入射した場合には反対側の外周上の一点Pに焦点を結ぶので、そのところに金属反射板を設けると電波は反射されて、もとの道を逆もどりすることになり、入射した方向に反射することになる。従ってレーダレフレクタとして作動する。第9図に示すように中心角90度の範囲



第 9 図

を球形の金属反射体で包むようにすると、電波の入射方向が0度から90度の範囲に対し、レフレクタとして作動することになる。第10図は実際に中心角90度の範囲を金



第 10 図

属反射体で包んだ場合の測定結果の一例である (10吋ルーネベルグレンズ, 3 cm 波使用。)

いまルーネベルグレンズの半径を r とすると、投影面積 AL は $AL = \pi r^2$ となり、その有効反射面積 δL は次式であらわされる。

$$\delta L = \frac{4\pi AL^2}{\lambda^2} = \frac{4\pi^3 r^4}{\lambda^2}$$

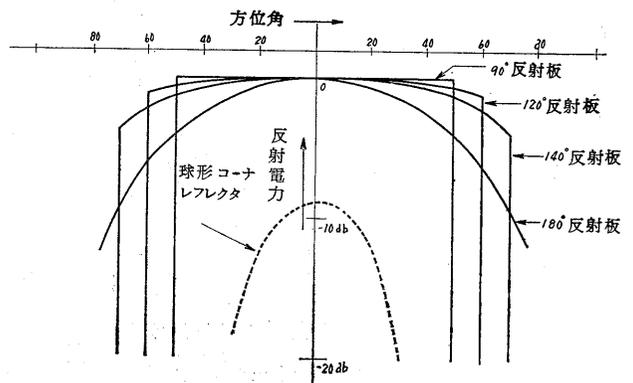
また普通使用される四分円コーナレフレクタ (球形、その半径を r とする) の有効反射面積 δ_c は次式であらわされる。

$$\delta_c = \frac{4\pi A_c^2}{\lambda^2} = \frac{16\pi r^4}{3\lambda^2} \quad (\because A_c = \frac{2r^2}{\sqrt{3}})$$

従って

$$\frac{\delta L}{\delta_c} = \frac{3\pi^2}{4} = 7.4$$

となる。すなわちルーネベルグ・レンズ・レフレクタは前に述べた広角度反射特性 (普通のコーナレフレクタの反射特性は反射強度 -3 dB で ± 20 度, -10 dB で ± 30 度) のほかに最大有効反射面積が同一半径の四分円コーナレフレクタの約 7.4 倍に相当するという有利な特性

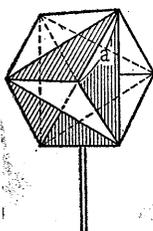
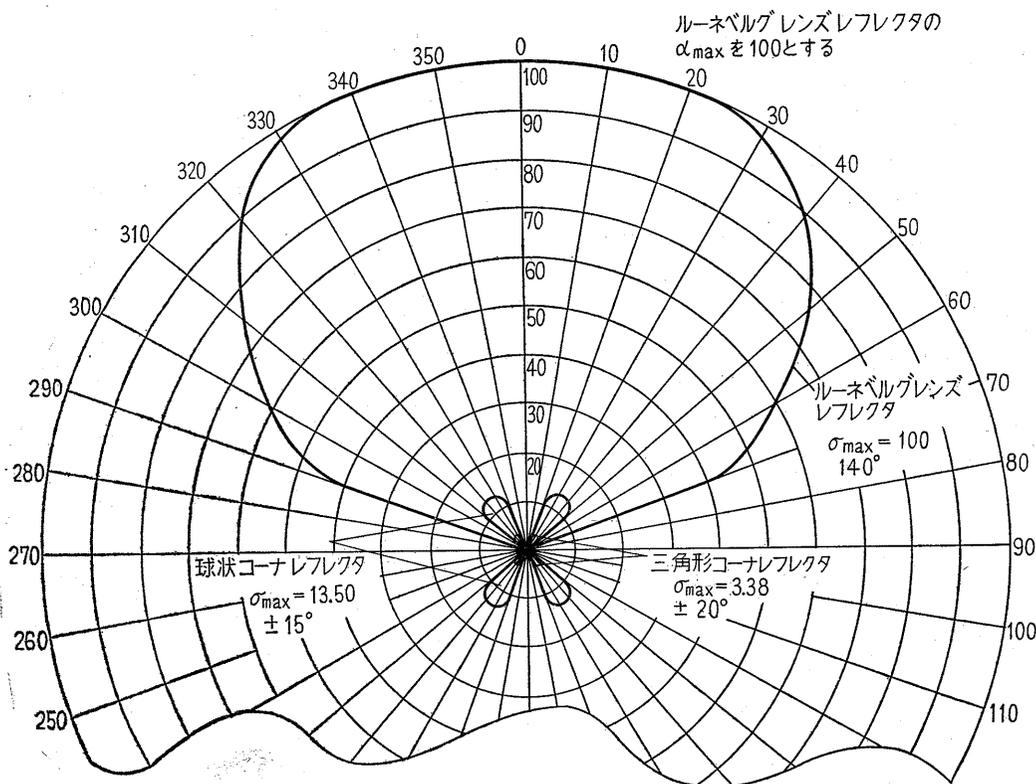


第 11 図

がある。第11図は球形金属反射板で中心角90度、120度、140度、180度を包んだ場合の反射特性についての計算結果であり、これらは実験結果とよく一致している。同図が示しているように最も有効に広角度にわたり反射させるためには140度の金属反射板を使用するのがよい。尚参考のためにルーネベルグ・レンズ・レフレクタの大きさ、重量、有効反射面積の関係をあげると第1表のようになる (Emerson 会社のカタログによる。有効反射面積は理論値を示す)。直径3呎になると数千屯以上の船に匹敵する有効反射面積を有することを示す。また同一半径の球形コーナレフレクタ (四分円コーナレフレクタ) とルーネベルグ・レンズ・レフレクタとを比較すると第11図に点線で記載してある通りである。

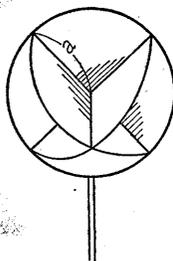
第 1 表

Dia	wt (lbs)	δ (ft ²)
3"	0.18	3
4"	0.37	8.5
5"	0.75	21
6"	1.25	43
7"	2	81
8"	3	140
9"	5	219
10"	6	334
11"	8	489
12"	10	700
14"	16	1,273
16"	25	2,200
18"	35	3,500
24"	90	11,000
36"	302	56,000
48"	710	180,000



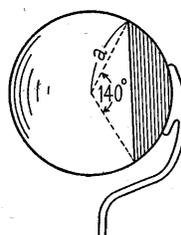
三角形コーナレフレクタ

$$\sigma_{\max} = \frac{4\pi a^4}{3\lambda^2}$$



球状コーナレフレクタ

$$\sigma_{\max} = \frac{16\pi a^4}{3\lambda^2}$$



ルーネベルグレンズレフレクタ

$$\sigma_{\max} = \frac{4\pi^3 a^4}{\lambda^2}$$

第12図 有効反対面積の比較

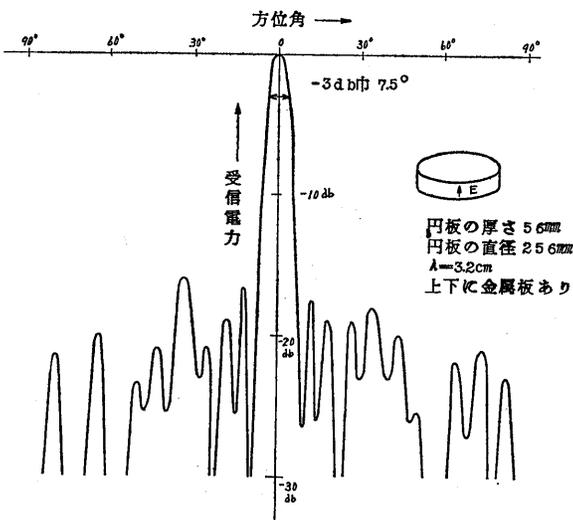
第12図は同一半径を有するルーネベルグ・レンズ・レフレクタ、球状コーナレフレクタ及び三角形コーナレフレクタの3種類について参考のために反射特性を比較したものである。この図においてはルーネベルグ・レンズ・レフレクタの最大有効反射面積を100とし、直線尺度で記載してある。

ルーネベルグ・レンズ・レフレクタの良否を見るために前に述べた放射パターン（アンテナパターン）、反射特性パターンのほかに、その有効反射面積を測定すればよい。ルーネベルグ・レンズ・レフレクタの有効反射面積は理論値として同一半径の金属反射円板に垂直に電波が投射したとき示す有効反射面積に等しい。従つて同一半径の金属反射円板と比較測定を行えばよい。

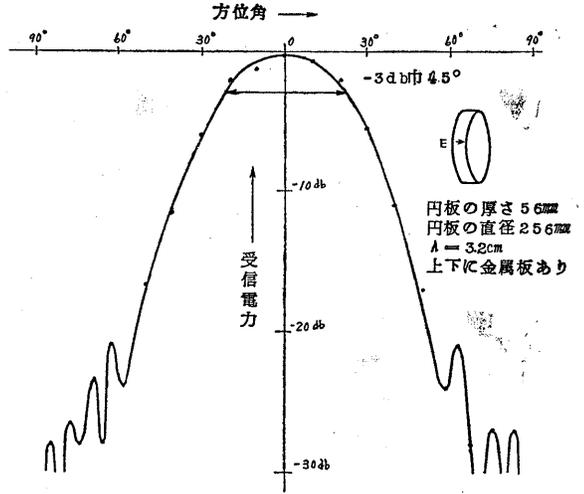
直径5吋及び10吋のルーネベルグ・レンズ・レフレクタについての測定結果によれば理論値に対しそれぞれ-0.6dB (86%) 及び -1.1dB (78%) である (Emerson 会社のカタログには -2dB (63%) 以内と記載してある。)

2.4 ルーネベルグレンズをアンテナとして使用する場合

前にあげた第7図及び第8図はルーネベルグレンズをペンシルビーム用アンテナとして使用したときのアンテナパターンを示すものである。ルーネベルグレンズの場合にはアンテナビームを走査させるためにレンズとホーンとを一体にして回転させる必要はなく、レンズを固定にしてホーンのみをその大円に沿うて回転させればよい。そのために監視用レーダの大型アンテナとしての一用途があるわけである。また小型レーダのアンテナとしては駆動機構が更に小型になるという利点がある。しかし厳密に言えばルーネベルグレンズにホーンをあてた場



第13図



第14図

合にレンズの表面に点光源が来るとは限らない。普通のホーンは開口面のやや内方に位相中心があるので、レンズの表面から少し離れた所に点光源があることになる。このような場合にはレンズの表面に点光源がある場合よりも各層の屈折率を若干下げるように修正する必要がある⁽⁶⁾。

またファンビームを出すためにはルーネベルグレンズを球形にせず上部と下部とを切り取つたような形にすればよい。その一例を示すと第13図及び第14図の通りである。

3. 全方向性誘電体レンズレフレクタ

3.1 全方向性誘電体レンズレフレクタの概要

ルーネベルグ・レンズ・レフレクタは従来得られなかつたような広角度の反射特性を与えるとしても精々140度程度であるので、例えば水平面内360度の全範囲にわたり一様な反射特性を必要とする場合にはルーネベルグ・レンズ・レフレクタを3箇組合せることが必要となる。しかしルーネベルグ・レンズ・レフレクタの一変形としてエートン・リプマン・レンズ・レフレクタと呼ばれる誘電体レンズレフレクタがある。このレンズレフレクタはルーネベルグレンズと同様に球形のものであるが、誘電率 ϵ が次の式を満足するように選ばれたものである。

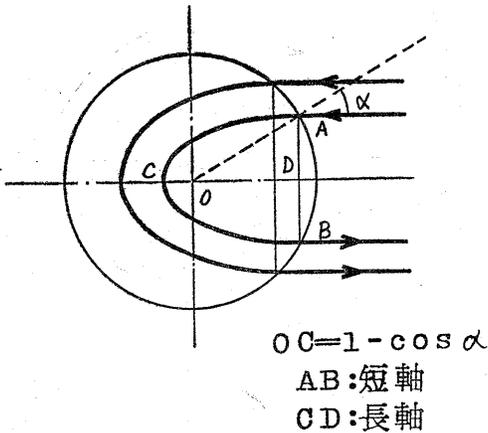
$$\epsilon = \frac{(2-\gamma)}{\gamma} \dots\dots\dots(3)$$

ただし γ は規準化された半径で球の外周を1にとつてある。

(参照文献(3)の一般解において2焦点が無限大の位置にあるとすると上式の解が得られる)

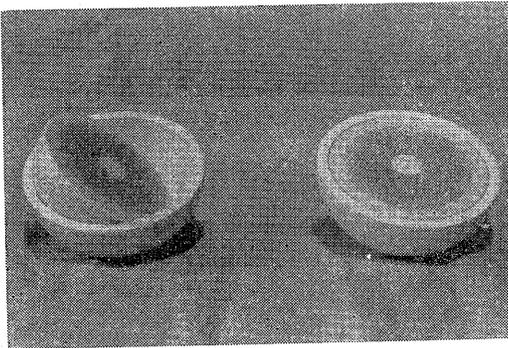
従つて外周では誘電率は1であるが、レンズの中心で

は無有限大である。然し損失が少なくて誘電率10以上を得ることは現状では中々困難であり、しかも層の厚さを $\lambda/(4\sqrt{\epsilon})$ (λ : 波長) 以内に採る必要がある。実際に 3 cm 波用のものを製作することはどこでも困難のようである。現在研究された結果の発表をみると⁽¹⁾⁽²⁾、やや全方向性の特性は得られるが、有効反射面積は理論値の -9~-20 dB (12~1%) 程度で極めて小さく、しかもそのレンズの直径は 12 cm のように小さいものとか、10 吋 ϕ \times 3 吋の円板状のものとかというふうにまだ基礎的研究に過ぎないようである。参考のためにエートン・リップマン・レンズ内の電波の軌道を示すと第15図の通りで



第 15 図

ある。すなわち図に示すように平面波の電波がこのレンズにあつた場合には、レンズ内に侵入した波は楕円軌道を描いて、また元の方向に帰つて行くことになる。ルーネベルグ・レンズ・レフレクタの場合と異なり金属反射板を使用する必要がないので、陰を生ずることがなく、また中心に関する点対称の構造であるから、空間的に全方向の反射特性を与えることになる。第16図は直径 5 吋



第16図 エートン・リップマン・レンズ・レフレクタの内部

のエートン・リップマン・レンズ・レフレクタの内部を示すものである。

3.2 レーダレフレクタとしての性能

エートン・リップマン・レンズ・レフレクタの場合にはその球形にあつた平面波の電波はレンズ内でその進路を曲げられ全部その入射した方向に送出されるので投影面積 A_E は $A_E=\pi\gamma^2$ 、(但し γ は球の半径) となり、その有効反射面積 δ_E は次式であらわされる。

$$\delta_E = \frac{4\pi A_E^2}{\lambda^2} = \frac{4\pi^3 \gamma^4}{\lambda^2}$$

これはルーネベルグ・レンズ・レフレクタの最大有効反射面積に等しいわけであるが、エートン・リップマン・レンズ・レフレクタの場合にはルーネベルグ・レンズ・レフレクタと異なり反射特性に陰を生ずることがなく、立体的に全方向性であり、しかもどの方向にも一樣な有効反射面積をもっているというのである。

電波に対し立体的に全方向性を有するものに金属球があることは周知である。いまその半径を γ とすると有効反射面積 δ_s は次式で与えられる。

$$\delta_s = \pi\gamma^2$$

いま同一半径のエートン・リップマン・レンズ・レフレクタと金属球について有効反射面積を比較すると次のようになる。

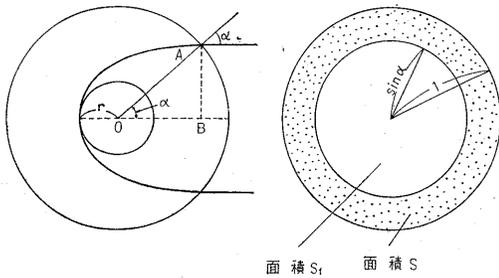
$$\frac{\delta_E}{\delta_s} = \frac{4\pi^2 \gamma^2}{\lambda^2}$$

いま $\gamma=254$ mm (10吋), $\lambda=32$ mm とすると

$$\delta_E/\delta_s=2,520 \text{ とする。}$$

すなわち金属球と同じ大きさのエートン・リップマン・レンズ・レフレクタは誘電体ではあるが金属球に比較して約 2,520 倍の反射能力があることになる。球の直径が大きくなるとその二乗の比で倍率は増加していくことになる。エートン・リップマン・レンズ・レフレクタの場合には球にあつた電波を全部受け止めて、レンズ内で楕円軌道に沿つてその進路を曲げて、全部を入射した方向に送出させるに対し、金属球の場合には球にあつた電波の内に入射した方向に反射するものは極めて僅かであつて他の大部分は各方向に反射散乱するからである。従つて金属球は全方向性の反射特性はあるが、その有効反射面積(すなわち反射電力)が非常に小さいために特殊の用途以外はあまり実用には供せられなかつた。

エートン・リップマン・レンズ・レフレクタは前に述べたように媒質の誘電率は外周では 1 であるがその中心では無有限大である。しかし実際には誘電率を無有限大にまでもつていくことはできないので、20とか30とかという値の所までもつていつて、更にその内部は中空にするか、または同じ誘電率のもので充填する方法が採られる。このために理想的に無有限大にもつていつたものに対し、どれだけの損失を生ずるのかについて検討してみる(これと類似のことは文献(1)においても若干検討されている)。



第 17 図

いま内部を中空にしたとし、第17図に示すようにその半径を r とする。前にあげた第15図によれば

$$r = 1 - \cos \alpha \text{ である。}$$

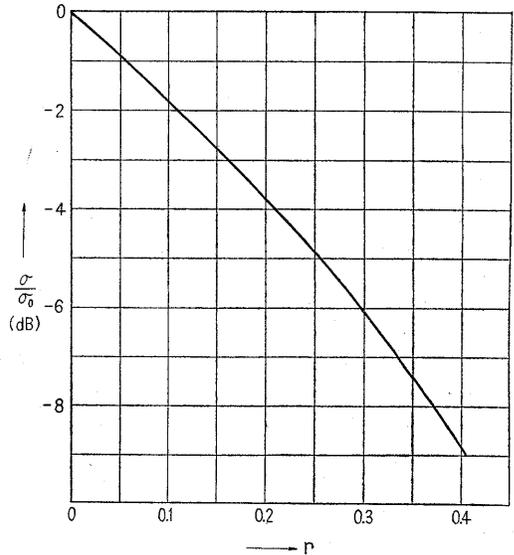
$$\text{また } AB = \sin \alpha \text{ (} \because AO = 1 \text{)}$$

従つて AB を半径とした円板に相当する投影面積の内部に入射した電波は無効であるが、それより外方でしかも半径 1 の円周で囲まれた投影面積の部分に入射した電波は有効にレンズ作用を受けて、入射した方向にまた送出されることになる。いま AB を半径とした円板の面積を S_1 とし、その円板の外方でしかも半径 1 の円周で囲まれた部分の面積を S とする。いま理想の場合の有効反射面積を δ_0 とし、半径 r の内方を中空とした場合の有効反射面積を δ とすると

$$\frac{\delta}{\delta_0} = \left(\frac{S}{S+S_1} \right)^2 = (1-r)^2 \quad \left[\because \begin{array}{l} S_1 = \pi \sin^2 \alpha \\ S = \pi (1-r)^2 \end{array} \right]$$

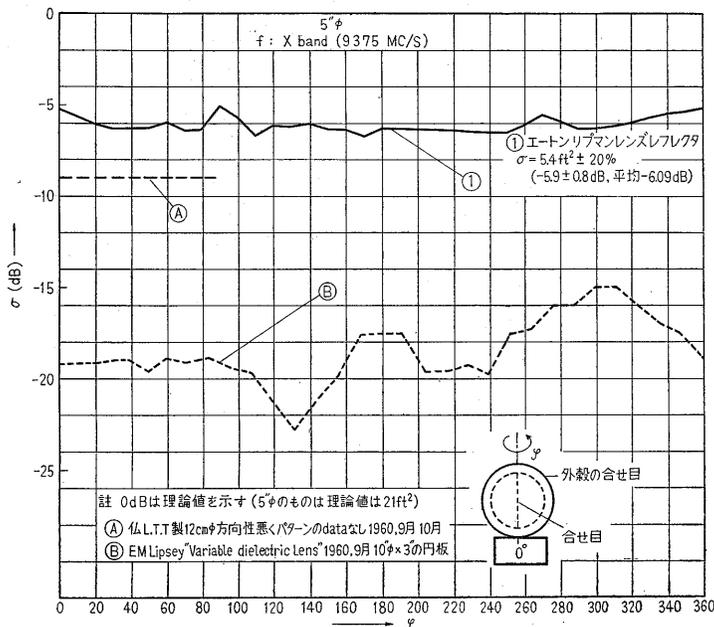
となる

この関係を曲線で示したものが第18図である。例えば



第 18 図

$r=0.2$ すなわち エートン・リップマン・レンズ・レフレクタの半径10分の2の所まで(3式)に適合するように誘電率をもつて来て、それより内方を中空にすると損失は約4 dB (有効反射面積は理想の場合の約40%) であるが $r=0.1$ すなわち半径10分の1の所までにしてそれより内方を中空にするとその損失は約2 dB (有効反射面積は理想の場合の63%) となる。(3式よりわかるように前者の場合には $\epsilon=9$ 、後者の場合には $\epsilon=19$ まで使用したことになる。すなわち内層の最高の誘電率を9から19ま



第 19 図

で上げると損失は2dB減少することを示す。ここに述べた損失は誘電率を無限大の所までもつていかないためによるものであるが、損失としてはこの他にも、電波が誘電体内を伝搬するために生ずる熱損失、各層の境界面における反射によるもの、等があることはいうまでもないことである。

第19図はエートン・リップマン・レンズ・フレクタの3cm波による有効反射面積の測定結果の一例を示すものである。これは直径5吋のもので15層よりなり、最内層は誘電率83.4を使用したものである。有効反射面積は無損失と仮定したときの理論値に対し-5.9dB(理論値の26%, $\delta=5.4\text{ft}^2$)であり、反射特性の方向による変動は $\pm 0.8\text{dB}$ ($\pm 20\%$)であり、相当良好な結果を出している。なお参考のために米国及び仏国で研究されたエートン・リップマン・レンズ・フレクタの性能をこの図に記載してある。仏国のLTT会社製のものは直径12cmであるが3cm波での損失は-9dB(有効反射面積は理論値の12%)であり、方向性悪く細部のデータはあげていない⁽²⁾。米国のものは球形になるまではまとめてなくて、10吋 ϕ ×3吋の円板状のものを作り、そのものについて試験しているが、3cm波で損失は-18.88dB(有効反射面積は理論値の1.3%)であり、方向性の変動は $\pm 3.88\text{dB}$ ($\pm 58\%$)である⁽¹⁾。これらの諸外国のデータと比較すると現在の製品は隔段の進歩をしたものとみなすことができる。

前に述べたようにルーネベルグ・レンズ・フレクタは誘電率1から2までを半径の関数として段階的に変更したものであるが、その損失は-2dB以内である。これに対し現在のエートン・リップマン・レンズ・フレクタは誘電率1から83.4までを半径の関数として段階的に変更し、しかも損失は-5.9dB程度であるので、もしルーネベルグ・レンズ・フレクタと同程度の有効反射面積を出そうとすれば、エートン・リップマン・レンズ・フレクタの直径をルーネベルグ・レンズ・フレクタのものより

$$(5.9-2)/4\text{ db} \cong 1.0\text{ db}$$

すなわち26%増大すればよいことになる。そうすれば有効反射面積はルーネベルグ・レンズ・フレクタの最大値と同じであり、しかも空間的に全方向性の特性が得られるという利点がある。

エートン・リップマン・レンズ・フレクタのもう一つの特徴はレーダとして円偏波を使用した時に、直線偏波の場合と同等の有効反射面積を呈することである。コーナフレクタでもまたルーネベルグ・レンズ・フレクタでも電波が入射した時には、前者の場合には三重反射

を行い、また後者の場合には金属反射板により一重反射を行い、入射した方向に反射することになる。レーダとして円偏波を使用した場合には、金属板による反射の際円偏波の回転方向の逆転が前者の場には3回、後者の場合には1回起り、その結果いずれの場合にもその帰来波は円偏波の回転がもとの波に対し丁度逆になるので、そのアンテナ系では受信できないことになり、従つて円偏波を使用した時にはこれらの有効反射面積は直線偏波を使用した時の $\frac{1}{100}$ 乃至 $\frac{1}{1,000}$ に低下することになる。従つてコーナフレクタまたはルーネベルグ・レンズ・フレクタを円偏波、直線偏波両用に有効に使用するためには、これらに特殊の装置を施す必要があり、實際上相当困難な問題となる。ところがエートン・リップマン・レンズ・フレクタの場合にはレンズ内でその屈折率により電波の通路を曲げるだけで、金属板による反射現象を利用していないので、円偏波の場合にはその帰来波はもとの波と回転方向が一致しているので、そのアンテナ系でそのまま受かり、直線偏波の場合と同様の有効反射面積を呈することになる。これは他に余り例をみない珍しい特徴を示すものである。

4. 結 言

ルーネベルグ・レンズ・フレクタ並に全方向性のエートン・リップマン・レンズ・フレクタについては一応の研究終了し、どちらも生産に逐次移行されつつある。今後は比較的大型のものを如何にして原価を低減させて作るかという所に努力を傾倒したいと考えている。なお本稿をまとめるにあたり本研究を担当された当社電子研究室の山口博、小林克己の両君の御努力に対し感謝の意を呈する次第である。

参 照 文 献

- (1) E. M. Lipsey, "Variable Dielectric Lenses as Radar Reflectors", 第6回国際標識会議資料, 1960. 9月
- (2) B. Chiron et F. Holvoet-Vermaut, "Études expérimentales des lentilles et réflecteurs diélectriques", L'onde électrique, mai 1961.
- (3) Samuel P. Morgan, "General Solution of the Luneberg Lens Problem" Journal of applied physics, Sept. 1958.
- (4) H. E. Schrank, "Graphical construction of Rays in an Ideal Luneberg Lens" IRE Transactions on Antenna and Propagation, July 1961.
- (5) David K. Cheng, "Modified Luneberg Lens for defocused source" IRE Transactions on Antenna and Propagation, Jan. 1960.

レーダー・ビーコンの一方式

神戸商船大学 角 豊 三

A Proposed System for Marine Radar Beacons

Toyozo Sumi

Abstract

The development of the pulse-coded radar beacon is hampered by the two difficulties ; the sweeping of the beacon frequency to cover the range of X-band and the radar interference due to the side-lobes of the radar antenna.

In the proposed system of the radar beacon, two reply frequencies are used and fixed instead of being swept. One frequency is slightly higher and the other is slightly lower than each of two extreme frequencies between which ship radars usually operate.

This system enables shipradars to display the beacon reply and radar echoes separately and the navigator can select each display at his will without any additional device. The side-lobe masking also vanishes from the radar display.

1. はしがき

航海用レーダー・ビーコンは各国において研究せられ我が国でも一部の灯台に設置せられつつある。レーダー・ビーコンはその機能から見て次の二つに分けて考えられる。

(A)外海から沿岸に進入するための標識

(B)内海又は沿岸の航路標識（沈船、暗礁の表示、船舶の交通規制、航路指示など）

(A)の進入標識としての目的には、レーダー・パルスに無関係に常時電波発射を行うマーカ・ビーコン型式が適しており、我が国の「簡易レーダー・ビーコン」、オランダの「ラマーク」など、既に実用になるものが開発せられている。一方、(B)の内海航路標識の目的には、標識位置を表示する必要があるため、レーダー・パルスに応答する「レスポンド」型が必要になってくるが、この型式のものとしては次項に示すような難点があつて未だ十分実用になるものが出現していないようである。

筆者はその難点の解決策として一方式を提案しようとするものである。

2. レスポンド型ビーコンについて

この型式のビーコンについて開発上の不利な点を考えてみるのに、先づ、交通の輻輳する内海に設置せられること、船舶がビーコンのすぐ近くを通過することなどから

(1)他船へのビーコン応答によるレーダー妨害

(2)近距離におけるテナ主ビーム及びサイドローブによるレーダー・マスキング

をさけることが必要であり、又ビーコンの故障は不測の事故を起す危険も考えねばならない。

さて、船舶レーダーについては、ビーコン受信のために特別な装置を必要としないことが望まれている。そこで従来のビーコンはすべてその周波数を揺動し、Xバンド内を走査する方法を採っているが、この方法は、常にレーダー上にビーコン像がえられる利点はあるが、反面不要なビーコン像を消し去ることができず、上記(1)(2)の妨害もさけることができない。この難点は、(A)のマーカ・ビーコン型では、装備高を増しアンテナ指向性を鋭くする方法とか、レーダーFTC回路によるビーコン消去法などによって解決せられているが、「レスポンド」型ではパルスを使用し装備高も高くとれない場合が多いのでこれらの方法によることができない。従来採られている対策はビーコンを間欠発射する方法であるが、発射周波数の揺動も併せて行わねばならぬので、ビーコンを受信できる時間が極めて短くなり、又送信機も複雑になつて故障の確率が増すことも考えられ実用的な解決策とは云えない。

これらの難点はすべて周波数の揺動に端を発しており、ビーコンとして固定の周波数を設けることができれば直ちに解決することであることは申すまでもない。レーダー・ビーコンとしては既にレーダー・バンド外に周波数割当がなされているが、レーダー側に附加装置をつ

けたくないという要望によつて、ビーコン・バンドは使用せられず、止むなく周波数揺動を行つているのが実情である。従つて、もしもビーコン周波数をレーダーに附加装置なしで利用しうる位置に選定することが可能であれば、問題は解決することになる。筆者の提案はこの点に関するものである。

3. 提案の方式

提案の方式は、船舶レーダーの周波数としては、使用せられているマグネトロン規格から考えて、殆んど $9,375 \pm 30$ Mc の範囲にあると見られること、及び、レーダー受信機は局部発振管であるクライストロンの電子同調によつて、受信可能周波数を 30 Mc 或はそれ以上の範囲に調整できることを考え合せて、レーダーの上記実用帯域の両端に近接してそれぞれ一つの周波数を取り、それをビーコン周波数として交互に切換発射しようとするものである。

この方式によれば、周波数を揺動させることなく、殆んど全てのレーダーにビーコンを受像させることができる。レーダー像とビーコン像の受信を電子同調によつて自由に選択することもできるので、前記種々のビーコン妨害が避けられる。又、ビーコン送信機も簡単になる利益もある。

この方式における周波数の選定には次の点が問題になる。

(1) 実際の船用レーダーの電子同調範囲

(2) レーダーの送受切換管の通過帯域幅

(1)については、実際には同調範囲を ± 30 Mc より狭く制限している場合もありうる。資料が少く実状が詳かではないが、例えば、 ± 15 Mc にまで制限せられている場合には、ビーコン周波数は、 $9,375 \pm 15$ Mc の二波となる。この場合にも $9,375 \pm 15$ Mc の範囲のレーダーは受信可能であるが、ビーコン周波数附近のレーダーは、レーダー像とビーコン像とが同時に受像されることになるので、ビーコン二波の切換間隔を長くして間欠発射の効果をもたせる必要が生じてくる。

(2)については、一般に 1B63 系の広帯域型が採用せられる傾向にあるが、現用には 1B24 系の同調型も使用せられている。同調型の帯域幅は略々 30 Mc と見られるので、(1)に例示したビーコン周波数を採ることが安全と

いうことになる。何れにしても、これらの点は実状の調査を待つて決定すべきものといわねばならない。

又この方式について使用条件として考慮を要する点は

(3) 交通のはげしい海面では、レーダー像とビーコン像と同時に現われることが航法上望ましいこと。

(4) ビーコンのサイドローブによる像や他船への応答像はなくなるわけではないから、ビーコンの判続が困難になる場合があること

などである。

(3)については、ビーコン周波数から離れたレーダーではこのようになり、このことは却つて両像の選択が自由にでき便益を与えるものといえよう。内海用として障害標識又は交通規制の目的で使用せられるビーコンでは、一たんそれを確認した上は、その後常時監視する必要はなく、地形上の判断と相俟つて折々確認すれば十分に安全航行を期することができよう。

(4)については、サイドローブによるビーコン像は、ビーコン密度の大きいところではビーコンの確認を妨げるが、目的とする沈船や暗礁の密度はそれ程大きくはなく、又交通規制のための標識は航路に沿つて順次に配置せられるものである。ビーコンの有効距離の大きさやアンテナの指向性を調整することによつて、航行に従つて逐次に情報を与えるようにすれば、ビーコン確認の困難は容易に避けることができよう。

又他船への応答像は、レーダーの繰返し周波数の差から識別容易である。

4. むすび

内海用のレスポンド型ビーコンの周波数を実用レーダー・バンド内に固定して二波を設け、切換発射することを提案した。検討したように、その周波数の選定については、現用のレーダーの実状調査を待たねばならないが、大半の船舶レーダには、恰もアウトバンド・ビーコンのように働き、種々の利点があるものと思われる。大方の御批判をお願いする次第である。

終りに、検討していただいた電波航法研究会の方々、貴重な御意見を寄せて下さつた海上保安庁石川課長、又種々示唆して頂いた神戸工業寺畑氏、日本無線中島氏に深甚の謝意を表します。

英国における「レーダ航法に関する告示」について

東京商船大学 茂 在 寅 男

An Introduction of a Notice of Ministry of Transport, London,
which Concerns to "Navigation with Shipborn Radar in
Reduced Visibility". (Notice No. M. 445)

Prof. Torao MOZAI

1. ま え が き

筆者は本誌1第号から第3号まで、レーダ航法に関係ある講座を連載して来たが、第4号においては、1年間の外遊中であつたため止むを得ず休載した。しかし本号から再度、主としてレーダの実用に関する諸問題について、講座の形式で連載することとしたい。

外遊中には、主として航海計器に関する情勢や、商船教育の実情などを、世界各国について視察して来た。そして帰朝後「各国における海上電子航法技術の訓練状況について」報告した（電気通信学会、航行エレクトロニクス研究会においては昭和38年3月25日に、また電波航法研究会においては同年5月13日に）が、その中で筆者は、「各国の海上技術者のレーダの知的使用水準は、現在の我が日本の場合と比較して数段上廻っている」ことを強調し、現在日本における訓練に対する努力不足の状態と比較するとき、「技術問題について、徹底的な訓練を行ない試験をされている外国の海上技術者」との間に大きな技術の開きが考えられるが、「このままで放置して良いといいきれぬであろうか」と問題を投げかけておいた。

これに関連して、本号においては、英国運輸省から、船主、船長および各航海士宛に発した「視界悪き場合の船用レーダによる航法について」と題する告示 (Notice No. M. 445 Ministry of Transport, London) を紹介し御参考に供したい。

その内容は極めて重要なことであるが、日本においても、これに関する改正法規の印刷頒布などが行なわれて

いるので、一般には充分承知されておるものと思われるが、英国においては次の様にその問題点を整理して周知せしめているので、参考までにここに紹介することとした。

3. 告示内容

1960年の海上人命安全条約において、現行国際海上衝突予防規則に相当の改正をすることが議決されたが、その中で最も重要なことは次のことである。

(1)限られた視界内における航海中の船舶によるレーダの使用を考慮に入れた附加規則と、

(2)海上における衝突予防のために、レーダ本来の使用と、その与える情報について指導を与えるところの訂正規則附加条項の採用。

新衝突予防法が、現在施行中の法規に取つてかわるのには数年間を要することであろう。従つてその時までには、現行の予防法下における衝突の予防に関する船員の法的義務というものに定義づけ、これを明解にされなければならない。一方、船員は、新法の附加条項に示してある指導に沿つたレーダと航法関係の規定に従つたとしても、それに関しては、如何なる点においても現行法規に相反することは許されぬ。そればかりでなく、その法文そのものに対してはまた、その法の精神に対しても、立派に船員らしく従わなければならないわけである。このため、英国は、前述の国際会議において、新予防法の施行を待たずに、新法規提案の趣旨を船員に告示することを提唱し、他国の代表も同様の措置を取られた

いという希望を述べておいた。

この問題に関係ある新法規の抜萃を掲げれば次の通りである。(その1)の方には規則それ自身の改正と追加を、(その2)の方には、新法規に対する附加条項を掲載した。この抜萃に含まれている勧告は、視界不良の場合の衝突を防ぐためのレーダ使用の、本来の意味に関するもので、安全会議に出席した各政府の委員によつて、意見の一致をみたものである。その様な状況下において航海する船員に対しては、如何なる場合でも、この忠告に従うことを提唱する。しかしながら、これらの条文が国際法の一部としてまたはその附加条項として決定されるまでの期間においては、たとえ自船がこの勧告に従つた場合においても、視界不良に遭遇したすべての他船が、厳格にこの勧告に従うとは限らないだろうと承知しておらなければならない。

(その1)

第1規則(b)

[筆者注——本告示文では Rule 1 (b) とあるが、日本運輸省船舶局監修になる1960年「海上人命安全条約及び国際海上衝突予防規則」(英和対訳)によれば、Rule 1 (c) (ix) がこれに当る。以下、条文の和訳に関しては、それが条文であるが故に、混乱をさけるため、上記の標準訳文に従うこととする。]

本法においては次の語に新しい定義を下している。一方の船舶が他船を視覚によつて観察できる場合のみを船舶が互に視野のうちにあるものとする。

第15および16規則

本則には新しく、「C章、視界制限時における音響信号及び行動」という章を定め、次の様に述べている。

前 文

- 1 レーダーから得た情報を有することは、いかなる船舶についても、それが本則を厳格に遵守すべき義務、特に第15及び16規則に規定された義務を免除するものではない。
- 2 勧告を規定してある本書の附属書は、視界制限時における衝突回避の補助としてのレーダーの使用について援助しようとするものである。

第15規則には特別にレーダの使用に関しての新しい条文を含まない。

第16規則には(a)項および(b)項があるが、これらの本文には変更がなく、新たに(c)項が次の様に追加される。

(c) 動力船は、他船の霧中信号を聞き又は他船を視認する以前に、その正横の前方に他船が存在することを知つた (detects) 場合は、近接状態 (close quarters situ-

tiona) を避けるために、早期の、且つ、実質的な動作をとつてもよい。但し、近接状態が避けられなかつた場合は、当該船舶は、その時の状況が許す限り、衝突を避けるのに適当な時期に機関の運転を止め、しかる後衝突の危険がなくなるまで注意して運航しなければならない。

操舵航行規則

ここには現行規則の他に次の項が追加される。

4 第17規則から第24規則までの規定は、互に視野のうちにある場合のみ適用する。

(その2)

規則附属書

海上における衝突回避の援助としてのレーダ情報の使用に関する勧告

- (1) (1) 貧弱な情報に基く臆測は危険であり、これを避けるべきである。
- (2) 視界制限時にレーダの援助で航行している船舶は、第16規則(a)項の適用上は、適度の速力で進行しなければならない。レーダの使用から得られる情報は、適度の速力の決定に当つて考慮に入れるべき周囲の状況の一つである。本点については、小形船舶、小形氷山その他これらと類似の浮上物がレーダによつては探知できないかもしれないということ認識しなければ探ならない。
レーダによつて1又はそれ以上の船舶が近隣に存在していることを示している場合は、その“適度の速力”は、レーダを有しない船舶がこのような場合に適度と考える速力よりも遅い速力であるべきことを意味することがある。
- (3) 視界制限時に航行中、レーダによる距離、方位のみでは、正横前方に霧中信号を聞いた場合に機関の運転を止め、注意して航行すべき義務を免除する程充分には、第16規則(b)項に規定する他船の位置を確かめたことにはならない。
- (4) 近接状態を避けるために第16規則(c)項に基き動作をとつたときは、それが望む効果を得ているかどうかを確かめることが緊要である。針路又は速力、或いはその両方の変更はその時の状況によつて船員が導き出さなければならない。
- (5) 針路のみの変更は、下記の場合には接近状態を避けるのに最も有効な動作となるであろう：——

(a) 充分広い海域であること。

(b) よい時期に行なうこと。

(c) 実質的(相当)に行なうこと。小変針の連続は避けるべきである。

- (d) (d)他船と接近する結果を招かないこと。
- (6) 変針方向は、その時の状況によつて船員が導き出すべきものである。右変針は、特に反対又は反対に近い針路で近寄つてくるときは、左変針よりも一般的に望ましい。
- (7) 速力の変更は、そのみ或いはそれを変針とともに行なう場合であつても、実質的（相当）に行なうべきである。速力の小変更を行なうことは避けるべきである。
- (8) 近接状態がさしせまつつている場合における最も賢明な動作は、船舶の行脚を完全に止めることである。

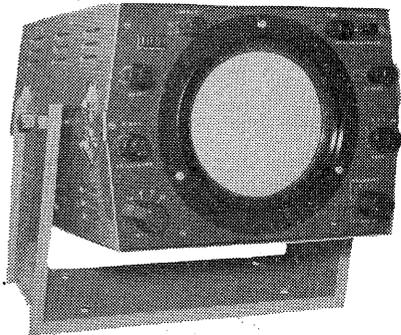
3. あとがき

以上のことは、同僚会議後現在迄の各種の情報によつて、読者諸賢は充分承知のところと思われるが、英国においては、レーダ訓練コースを一般船長航海士に対して強制実施している際、以上の全文を必ず講義し、その試験を実施している状況であるので、たとえ情報としては

重複する点があろうとも、ここに紹介しておく必要を痛感し、あえて掲載した次第であるが、この様な諸外国の動きをみても、我が日本におけるレーダ航法訓練の制度において現状では放置できぬものを感じる次第である。例えば、前述「規則附属書」の(4)における船員の判断、(5)、(6)、(7)における実質的変針量変速量の決定に至る資料獲得と結論の引き出し等において、勿論、やれば出来るという能力は皆持つている筈であるが、その必要が生じたときに、いちいち原理から考え始めてやがて結論に達することが出来るという様なことでは、時間がかかり過ぎる話であり、この規則で論じている技術水準の論外の話ではないだろうか。充分にその訓練を受けレーダ情報の知的取扱いに充分馴れており、それが習慣となつている場合にこそ、始めてレーダの知的使用に関する、国際的な一般技術水準にあるといえるのではないかと思われてならない。この点私は英国に学ばなければならないと思う。

識者の御検討を望む次第である。

なお、以上の問題に関し御意見、御叱正など賜われれば筆者望外の幸とするところであります。



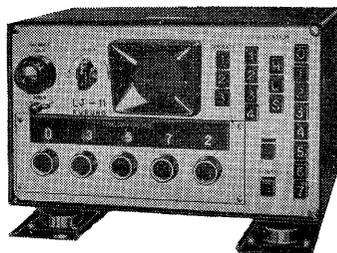
——10トン以下の船にもつけられる——
マイクロレーダ

- 特長**
1. 超小型 MG 不要
 2. 18kgの軽量アンテナ
 3. 消費電力320W
 4. 二つのパルス使用により大型に勝る高性能
 5. 自動電圧調整器内蔵

マイクロレーダ 漁業の科学化に生きる **フル**

——3トン以下の船にもつけられる——
マイクロローラー

- 特長**
1. 完全トランジスタ化で消費電力12VA
 2. 機械部分がないので故障の心配がない
 3. マトリックス計数方式
 4. 自動電圧調整器内蔵
 5. 低廉（従来の4割安）



マイクロローラー

古野電気株式会社

西宮市芦原町85・東京都品川区五反田1の423
 神戸・長崎・下関・八戸・札幌・清水



甲板部士官として見た船舶の自動化

— その現状の調査と意見 —

東京商船大学専攻科 航海ゼミ・グループ

(昭和38年7月)

On the Automatoion of Ships Looked Upon from Navigating Officers.

The Seminar Group of Navigation of the Post-Graduate Course in
The Tokyo University of Mercantile Marine.

(Under Prof. T. MOZAI)

[Abstract]

An amazing progress are beeing recognized on the Automation of ships in Japan recently.

The authors investigated about the history and the present state of this progress, and mentioned the opinions about the future images of it.

For this reason, this paper treats the problems as follows.

1. The remote control of main engines.
2. The automatical steering.
3. The console stand for instrumens.
4. The wide-angle-visible navigating bridge.
5. The improvement of engine telegraph.
6. The side thrusters.
7. The active rudders.
8. The gyro-fin stabilizer.
9. The I. T. V.
10. The valiable pitch propellers.
11. The internal telephones.
12. The tele-talke systems.
13. The automatical wireless apparatus.
14. The facsimile recerver for the weather charts.
15. The electronic marine clock with crystal oscillator.
16. The auto-tension mooring winch.
17. The improved capstan.
18. The light weighted hawsers.
19. The hawser shoot gun.
20. The equipment for St. Laurence's sea way.
21. The improved accommodation ladder.
22. The automatical temperature and humidity conditioning of holds.
23. The automatical refrigerators.

24. The new steel hatch covers.
25. The auto-tension winch with topping lift winder.
26. The deck cranes.
27. The new types of derrick.
28. The container system.
29. The roll-on-off system.
30. The side porters.
31. The new ideas about the cabin distribution.
32. The adoption of electrical living equipment.
33. The arrangement of living circumstances etc.

(1) はしがき

最近における「船舶の近代化」というものは、(a)大型化、(b)高速化、(c)自動化、(d)専用船化などの形において、高経済船化の実を挙げる方向をたどっている。この中で技術的に見て最も注目されるものに船舶の自動化の問題がある。

我々はこのことに関し、現段階におけるその実現の状況について調査し、併せて将来に関することも、甲板部士官の立場において若干検討したので以下報告することとしたい。

(2) 自動化に関する歴史

船舶の自動化と遠隔操縦の問題に関しては一船的に漠然たる可能性を感じ、その実現を夢見る気風はあつたが、公式の団本によつてこの問題が取り上げられ、船舶の「自動化」と「合理化」の必要性が強調されたのは、我が国においては1957年(昭和32年)に現在の日本原子力船研究協会の前身たる原子力船調査会の船体小委員会船海計器グループ(主務幹事一茂在寅男)によつてなされたのが最初である様である。このことは「原子力船の船海計器に関する調査報告書」—1957年12月—において

報告されている。

すなわち、同報告書の結論においては、主として安全と能率との技術面からの立場に立つて、「船舶においては今後次の3点の実現に力を注ぐべきであることを強く推奨している。

- (1) 操船機構の自動化
- (2) 操船機構系列の合理化
- (3) 国際的な運航操船の管理制度の確立

しかしながらこの報告は、航海計器に関係を持つ教授、船長、製造会社の代表技師等の少数グループによって、技術的見地のみに立つてなされたものであったこと、一応これが、我が国における原子力商船の実現のための検討としてのシンポジウムにおいて発表されたものであったため、一部識者の将来構想に閃きを与える効果はあったが、一般商船の建造に、自動化と合理化とを直接的に取り入れせしめる、現実的な効果をあげることはできなかった。

上記の3点のうち、第3の「国際的な運航操船の管理制度の確立」については、更に将来の問題として残されているが、(1)および(2)の操船機構に関する自動化と合理化とが現在急速に実現しつつある運びとなった最も大きな原動力は、1959年(昭和34年)3月、運輸大臣が造船技術審議会に対し「船舶の自動操縦化の技術的問題点並にその対策」の検討を依頼したことにある。

この造船技術審議会は、単に技術的な問題ばかりでなく、経済的な問題、法規上の問題等についても検討を加え、その結論は直ちに日本造船技術政策として採択され、研究ならびに造船の莫大なる補助金に連がるものであったため、我が国における船舶の自動化は、ここに軌道に乗り、急速に実現の運びとなった。この推進の中心として運輸省船舶局は重要な役割りを果たした。また、これに応じて日本造船研究協会の行ったデーゼル部会の研究開発に果たした役割りは高く評価されている。

かくして個々の造船会社における技術陣のこの方面への関心も高まり、各方面にて実際的な研究がなされた。例えば播磨造船所(社長一六岡)において1958年(昭和33年)秋には「船舶無線操縦研究委員会」を結成して、東芝の無線技術の協力を得て研究を開始するなどの動きが現われ、翌1959年(昭和34年)春には東京商船大学の教授群もこれに参画し「RCS委員会」(代表一原田三郎)として活発な動きを見せるに至った。大学側は主として「操作体系の整理」を当面の目標として出発し、学内練習船「汐路丸」(150吨)において、機関の遠隔操縦を中心とする操船機構の自動化を試み成功をおさめている。

これらの動きの結果として、1959年末頃から自動化船の建造のきざしが現われて来た。大型船ではないけれど

も、東京湾連絡船「久里浜丸」「金谷丸」の2船はその現われであった。

大型船としては、先ず国鉄宇高連絡船讃岐丸(1,700総トン)は1960年(昭和35年)11月22日に、新三菱重工神戸造船所によつて建造進水、1961年5月より就航したが、これは、フォイトシユナイダープロペラーを使用したリモート・コントロール船として、その係船設備の自動化と共に、後に続く大型自動化船の草分けとなった。

しかしながら讃岐丸は、航洋船ではなく、その自動化の方式も、機関を回転し続けたまま、フォイト・シユナイダー・プロペラーの翼角度変換をブリツヂにおいてコントロールするという方式である点が、一般のプロペラーを使用する航洋船の場合とは少しく様子が異っていた。

この点1961年11月、三井造船によつて建造された16次船の三井船舶「金華山丸」(総吨数8,316吨)が、航洋船としての最初の自動化船として脚光を浴びることとなったのは、すでに周知の処である。これに引き続いて、17次船においては更に高度の自動化船が現われ、1963年春現在においては、日本において造られた自動化船としては、その自動化合理化の程度に差はあるけれども大体次の様な船舶があげられる。

- 春日山丸(三井船舶—三井造船—8,425トン)
- 山利丸(山下汽船—日立造船—8,893トン)
- 佐渡春丸(新日本汽船—日立—8,990トン)
- 山梨丸(日本郵船—三菱日本重工—10,100トン)
- たこま丸(大阪商船—新三菱重工—9,300トン)
- りつちもんど丸(大同海運—三菱造船—9,570トン)
- オムスク号(ソ連—日立造船—10,700トン)
- さくら丸(大阪商船—新三菱重工—12,200トン)
- 弘栄丸(共栄タンカー—石川島播磨—29,900トン)
- 雄洋丸(森田汽船—日立造船—28,900トン)

この他高峰山丸、泰光山丸などを加えて、一応、自動化船、合理化船はようやく勢ぞろいされて来た感がある。

(3) 現段階における船舶各部自動化と合理化の状況

船舶の自動化は、そのスタートにおいて造船技術審議会のデーゼル部会がその主役を演じた関係から、一般的にいつて機関部の自動化に相当の力点が向けられているといえる。すなわち、主機関、発電機、排気蒸気発生装置、海水冷却水系統、清水冷却水系統、潤滑油系統、燃料油移送および清浄装置、潤滑油移送清浄装置、起動空気およびコントロール空気供給装置などについて、検出制御装置などに関する自動化、遠隔操縦化などに相当の努力が払われている。しかしながらここでは、甲板部

士官としての立場において検討するため、機関関係の問題は一括して「機関部の自動化」ということとして取り扱い、その細部の問題にはふれないこととする。

こうした観点にたつて見た場合、現段階における船舶各部の自動化は、大体次の様なものであるといえる。

[A] 操船機構

(a) 主機操縦

主機操縦に関しては、在来の「機側操縦」から「機関室内制御室よりの操縦」になり、更に進んで、「船橋より直接操縦」の方式に変わる進歩過程をたどっている。従つて、現段階においてはこれら三者の何れかを持つもの、或いは同時に2方式または3方式を持つものの各種があるが、遠隔操縦方式のみとして、機側操縦装置を持たないものも現われたことは目を引く(たこま丸)。遠隔操縦方式には、電気油圧式が現在最も多く(金華山丸、日鷗丸、佐渡春丸、弘栄丸など)、機械式のもののがこれに次ぎ(第一日軽丸、銀光丸)、空気式のものは大形船においては未だ見られない。

主機の船橋操縦方式は、船橋のコンソール・スタンドの操縦スイッチで主機の発停を行うが、船橋で操縦を行うときは、機関室制御室のスイッチは不能にしておき、逆に制御室のスイッチで操縦するときは、船橋のスイッチは不能にしておく様になっている。一般に現在のところ、出入港、狭水道航行中は、ブリッジ・コントロールとしておき、航海状態において、機関室制御室からの操縦とする方式にしている。

主機関用電気油圧式操縦装置が制御室および船橋に設備された場合についていえば、この遠隔操縦装置は、2台の油圧ポンプ内の1台が常時運転の油圧系を作り、起動、増速、逆転の各油圧シリンダーを制御用電磁弁の遠隔操作によつて運転されるようになっていく。空気圧式の場合もこれと大同小異である。

その操作は、自動と手動とどちらでも可能であつて、船橋と制御室の切り換えは、普通制御室において行なわれ(春日山丸など)切換の場合、誤操作による事故のないようインターロック装置がついている。

このインターロック装置というのは、遠隔操縦の場合は各所に設けられるものであるが、例えばエンジンを操作する場合、その個々の動作の間には一定の順序或は禁止される操作があつて、これを誤れば事故のもとになるという様な処に使われるものである。

例えば、起動スイッチを操作したとき、燃料弁および空気弁が半開放するが、その操作が完了しないと空気弁は閉じないし、回転を正逆切り換えるレバーを動かしても、回転方向は変わらない様になっているなどである。

一般に主機の遠隔操縦の場合には、次の様な誤動作防止装置がついている。

- ①エンジンの起動は、起動→運転→停止→起動の順でなければ行なえない。
- ②起動運転の状態では、エンジンを正逆の回転方向切換えはできない。
- ③エンジンの正逆方向切換えが完了していなければ、エンジンは起動若しくは運転することはできない。
- ④機関室で操作しているときは、ブリッジで操作することはできない。しかしエンジンの回転数、および燃料弁の開度は読み取ることができる。逆に、ブリッジで操作しているときは、機関室では操作できない。

この操作の確認は、スイッチまたはレバーなどを動かして発する操作命令の電気信号によつて動作するところのハンドルとかレバーとか弁とかが、操作完了点に達した場合に、その完了を表示するように電灯が点火または指針が所定位置に移動する様になっている。なお、主機の遠隔操縦には、全速、微速などの、普通の「速度設定」以外に「回転速度調整装置」を持つているのが普通である。

この回転速度の調整はガバナーのスプリングを油圧シリンダにより伸縮して、エンジンの回転数を変化させる方法を取つている。この場合、速度設定つまみについているポテンシオメータの発生する電圧と油圧シリンダに付属したポテンシオメータの発生する電圧との間に差があれば、油圧シリンダーを動かして、回転数を所定の値に換す様に自動的に作動する。これによつて燃料弁が適当に開閉することになる。この過程において負荷が変化した場合も、全く同様に作動して所定の回転数を保つ様になっているし、負荷が急速に変化する場合のハンチングの恐れは、シリンダーの速度を一定に保つ様に調整できるので防止できるようになっている。

(b) 自動操舵

ジャイロ・パイロットによる自動操舵装置で説明の要は認められないが、レート・ジャイロ・パイロット方式による各種のものが、殆んど全部の船舶に採用されている。

(c) 計測器類の集中化による遠隔監視

船橋においては船橋コンソール・スタンドに各種計器の指示器を集中し、機関室においては機関管制室に機関部計器類を集中して、主機コントロール・スイッチの前に配列させ、監視の負担を軽減したが、更に進んで現在では機関室各部の異常警報装置を含む機関部計器類も、船橋コンソール・スタンド内に組み込まれ、遠隔操縦に更に一步の前進がなされつつある。

しかしながら、船橋における計器類の集中化についていえば、集中化それ自身は「一人操縦船」への一段階と考えれば前進の方向と考えられること勿論であるが、未

だその過程にある段階においては、当直の方式も在来と同様である場合、諸計器類を集中する方式は、丁度、今迄往時計を使用していたものがこれをやめて卓止置時計にかえた様なもので、二重装備である場合は問題ないが、コンソール上のみ計器があつて他を廃するという方式については一応再検討の要があるのではないかと考えられる。

(d) 広視界船橋

船橋操舵室を円形船橋とし(たこま丸、佐渡春丸)、ほぼ 360° 視界とし、従来後部視界を制限していた煙突をなくし(さくら丸、日鵬丸)あるいは偏平なものとし(たこま丸)てこの方向の視界を広めるものが現われた。

(e) エンジン・テレグラフの改良

エンデン・テレグラフは、主機のブリッジ・コントロールの場合意味をなさなくなつて来るので終局的には不必要となるものであるが、現段階においては次の各種の改良型が現われている。

すなわち、電気式丸型(第一日軽丸)、押ボタン式ロガー附(春日山丸、真邦丸、泰光山丸)。

ロガーすなわち記録器は時計装置を組み込み、テレグラフ使用の場合、 $\frac{1}{2}$ 分毎に指示される時間記録をエンジン・モーションと共に自動的に印字する方式である。

これを押ボタン式テレグラフに組み込んだ場合は、次の様に作動するのが普通である(春日山丸)。

テレグラフ発信器を、操舵室内の主機操縦スタンドに組み込み、電球照明式受信器を機関制御室および主機機側操縦ハンドル前に装備している。操舵室には電球照明式表示器を装備している。

発信器の押ボタンは、主機前後進ハンドルに電気的に接続されていて、前進または後進側のテレグラフ押ボタンをおすと、主機前後進ハンドルは、前進または後進に自動的に切替えられる。

ロガーは発信器内にあつて、指令の内容が時刻と共に自動的に記録されるので、在来の様にハンド・ブックにエンジン・モーションを記録する必要はなくなつた。

(f) サイド・スラスター

船の横方向の運動を容易ならしめる方法として、フォイト・シユナイダー・プロペラーは一応の成功を納めているが(連絡船讃岐丸)、船体の前後部2ヶ所に横穴をうがつて、この内部に横方向推進用のプロペラーを装備した、いわゆるサイド・スラスターなるものが外国船において装備される様になつた(オリアナ号など)。これによつて、曳船がなくとも操船可能である場合が非常に多くなることが考えられ、今後注目すべきものの1つと思われる。

(g) アクティブ・ラダー

日本船においては未だ採用されていないが、外国船に

このアクティブ・ラダーを採用しているものがある。これは舵の内部、その中心線中に小型プロペラーが装備され、その渦流によつて船の行き脚のないときでも積極的に操舵を行うことの出来るようにしたもので、同じくその将来に注目すべきものがある。

(h) ジャイロ・フィン・スタビライザー

現在日本船には使用されていないが、ジャイロ・フィン・スタビライザーは船体の動揺防止の手段として、その効果には注目すべきものがある(原子力船サウンナ号)。

これは船底近く両舷に取り付けられるものであつて、その部の船外にある hidrofoil タイプ・フィンズを連続的に自動的に動かして、前進中の自船の動揺に対し、300 フィート屯の方でこれに抗し、20° 横動揺に対してこれを2° に抑える種の効果を上げている。その制御コンソールは船橋にあり、天候に応じてモニター・メータを見ながらフィンの働きをチェックすることができるようになっている。

(i) ITV

船首から錨鎖がどの様に出ているかを見たり、船体の必要な場所から特定の場所を見たり、有線テレビ(ITV—Industrial television)を使用して監視する方法が各方面で利用されつつある。

(j) 可変ピッチ・プロペラー

遠隔操縦の一手段としての可変ピッチ・プロペラーは英国において7,000馬力にまで実用されており、西ドイツでは2個の可変ピッチプロペラの各1軸9,000馬力のものも作られているといわれており、ノルエーにおいても遠隔操縦の発展に一役をかつているとの報告がある。

[B] 通信系統

(a) 船内電話

船内通信に関しては、最近の電子工学機器の発達を反映して、各種の方式が使用されているが、電話機については大体次の様なものが多い。無電池式電話機(金華山丸、春日山丸)、多回線自動交換式電話機(金華山丸、春日山丸、春海丸、泰光山丸)、回線の多い電話装置の装備に伴つて、在来の呼鈴装置やインタフオンなどを廃止する傾向さえ現われて来た。

(b) テレトーク

操船指揮用として、電池電話機のほかに、船橋と船首、船橋と船尾との間に、マイク・スピーカーによる通話方式すなわちテレトーク方式を備えているものが多く、2アンプで同時送受話が可能であり便利しており、出入港時の船橋と、船首、船尾間の道話は主として本装置が用いられている。

(c) 無線通信

定員減の情勢に応じて、警急自動受信機の設置(佐渡

春丸、春海丸)、モールス通信自動印字装置の装備(春日山丸)などが次々と実現している。また、SOS自動発信装置の設備も普及しつつある状況である。

このうち、警急自動受信機は500kcの警急信号を受信した場合に、自動的に警報するようにした装置(佐渡春丸など)や、自船の呼出し符号を受信した場合に警報する方式などがあり、通信自動印字装置は、手送りまたは機械送信のモールス信号を受信機で受信し、モールス・コンバーターにより直接テレタイプを駆動させて頁式に印字させるものであり、その成果は今後の船舶無線自動化上大いに期待されている。

(d) 気象模写受信装置

いわゆるフアクシミリと称する気象図の電送を受信する装置が普及して、気象図作製の手間をはぶく様になった(佐渡春丸、春海丸、その他)。

(e) 水晶式電子時計

在来はクロメータを標準時計として数多くの船内時計を合わせる方式を取っていたが、このために、毎日何回か時計を進退させる航洋船としては、非常な時間を要した。しかし、船舶用水晶式電子時計の装備(金華山丸、佐渡春丸、春日山丸など)によつて、この労力はすべて削除されるようになった。

この水晶式電子時計は、親時計1個と、数多くの子時からなっており、親時計の構造が、水晶発振器、分周器、電力増幅器、同期電動機および時計部分からなっており、使用温度範囲 $-10^{\circ}\sim+50^{\circ}\text{C}$ において、日差 ± 0.2 秒以内の精度を保つので、使用法の如何によつてはクロメータの必要はなくなつた。現在船内電源を使用している関係上、万一の場合として、停電の場合の影響をなくするため、乾電池による方式のものも作られている。又、子時計の調針に関しては、最初、前進のみしか出来なかつたが、その後研究の結果、後進逆転もできるようになつたので舶用として特に好都合となつた。

[C] 係船設備

(a) オート・テンション・ムアリング・ウインチ

係船の際、潮の干満および吃水の変化などによる、係船索操作に要する労力を除き、自動的な張力加減をウインチ自体がする方式が取られて効果をあげる様になつた(春日山丸など)。

この方式は、カーゴ・ウインチ兼用の油圧駆動式のものが多く、荷重に対する順応性が大で、オーバー・ロードの危険が少なく、ロードに応じてロープ・スピードが自動的に加減される様になつている。

(b) 改良型キヤブスタン

オート・テンション・ウインチとは別に、クラッチによつて操作できるロープの巻取りドララすなわちキヤブスタンを装備し、ロープ或いはワイヤの仮止めをしない

で、直接ボラードに固縛できる様にした方式が採用される様になり(山利丸)、係船時に要した乗組員の労力を節減することができるようになった。

(c) 軽量索

ムアリング・ホーサーは、従来のマニラ麻のかわりにナイロン索が使用されるようになり、同強力のもので、索径の減少と軽量化に成功し、係留作業は容易になつた(弘栄丸、替日山丸など)。

(d) ホーサー・シユート・ガン

ヒープライン投射のための砲は救命用として古くから使用されて来たが、係船用として常用投射のための砲は現在までのところ一般化してはいないが、その可能性について検討が進められている。

(e) セントローレンス水路用諸設備

これは五大湖に出入するための船舶に、特にセントローレンス水路航行に適する様な諸設備をほどこしたものが多くなつた。これも大局的に見れば、特定航路用としての合理化に数えられる問題であろう。

すなわち、舷側防舷帯、スタンアンカー、水路内係船時の作業を容易ならしめるためのポートコルボーン・フェアリーダーの装備、ランディング・ブームの装備、水路通過可能な船体諸寸法などがこれである(金華山丸、春日山丸など)。

(f) 舷梯装置の改良

舷梯の角度如何に関らず、踏板と手すりを一定に保つ様な方式で、しかも離接岸時の上げ降り作業や碇泊中の角度調節が1名の作業員で機側で行なえる様になつた。

[D] 船倉と荷役設備

(a) 船倉内の調温調湿装置が取り付けられる様になつて、積荷の損害が非常に防御されつつある。

この目的のためには、各種の方法が使われるが、1例をあげれば(佐渡春丸)、冷凍貨物倉用冷凍機2台のうち1台によるフロン式エアクーラーおよびスチーム・ヒーターならびに機動通風装置を中核とする機械式ドライエヤユニットの方法によつている。

各貨物倉内と外気ならびにドライエヤの露点温度測定および外気湿度測定のため温度露点湿度自動記録装置を、また調湿船倉の温度測定のための指示温度計(多点切換式)をそれぞれ操舵室または海図室に設けている。

調湿に使用する冷凍機は連続運転とし、エアヒーターのスチームコントロールは自動的に行ない、船倉内の温度と外気温度差を自動的に設定値範囲内に調節できるようにしている。

調湿法としては、カーゴ・デシケーター・システムとして、シリカゲル除湿方式も効果をあげている(金華山丸、春日山丸)。これは、本装置と船舶用通風装置とを組合わせて、倉内空気の脱湿を行なう方法で、これも制

御はすべて自動化している。

(b) 冷凍貨物用ならびに糧食用冷凍装置

これらの冷凍装置による温度調節は、ほとんど自動化され、所要の圧力計、表示灯などのほか、冷凍貨物艙の温度測定用として、電子管式記録温度計を、機関室監視室に設けている。

(c) ハッチカバー

ハッチカバーにはマック・グレゴリー式鋼製カバーが普及して、ハッチの開閉の敏速と航海中の安全度が増大された(金華山丸、第一日軽丸、春日山丸、山利丸など)。

(d) ウインチ

貨物用としてもオートテンション・ウインチが使用され(日鷲丸)、また油圧トッピング付ウインチも効果をあげている。

(e) デッキ・クレーン

現在のデリック方式をクレーンに改めたものも数多く出現している(主に北欧諸国の船)。これは、利点として荷役準備の容易、取扱いの便利、能率の良さなどがあるが、欠点としては、1. 甲板面積を狭め甲板上の作業の障害となることが多い。2. 設備費が大である。3. 重頭船となつて船の安定に不利。4. 横方向からの力、すなわち貨物の引っぱり出しの力に弱い、などの点があげられている。このため、一部デリック方式と併用したものも建造されている。

クレーンには、シングル・スウィング方式と、ガントリーック方式があるが、後者はコンテナ船に用いられている。

(f) 改良デリック

改良型デリックには各種あるが、これには次の様な利点があげられている。

1. 荷役能率を在来の方法より(20%~70%)向上させる。
2. 荷役準備作業や保守手数の軽減。
3. スポットテイング・アビリティの向上。
4. 横方向の強度も大。
5. 油圧の一元化が容易である。

などである。

改良型デリックとは、如何なる点が改良されているのかという点については、各種の型ごとに異なるけれども、1例についていえば、従来2本のデリックと2個のウインチを使用して行つた荷役を、1本のデリック、1個のウインチでワンマン・コントロールできる様な方式のものである。従つて、デリックは船幅の中央に、在来のものより長尺のものをすえつけ、両舷に張つたその支索は、一方を伸ばすと同時に他方を巻きこむことができる様にしてある、などの方法によつて、前述のような長所を持つ様に工夫したものであつて、近来これの採用が

普及しつつある。

(g) コンテナ方式

この方式は米軍用船が輸送の必要上利用したことから、商船による海上輸送の方式としてもこれを取り入れる様になつて、脚光を浴びて来たものである。

これには船それ自身を、最初からコンテナ・シップとして造船することが望ましく、木材または金属製のコンテナに、ジェネラル・カーゴを詰めて、これを運搬する一種の専用船の構想に基盤をおいている(A. P. L. のプレジデント・リンカーンおよびプレジデント・テラーなどが知られている)。

コンテナ・シップの大部分は、甲板上に、前後又は左右方向に移動するガントリー・クレーンを装備して、大型コンテナを容易に揚卸しできるようにしてある。

その利点とするところは、1. 荷役能率が著しく良い。2. 荷物の損失が少ない。3. 荷役費用が少ない。などであるが、その半面次の様な問題点を残している。

1. コンテナそれ自身の輸送の必要と回転能率。2. 船舶構造の堪航性。3. 港湾施設の適応。4. 通関手続の方法。

これの問題点の解決が容易でないため、コンテナ方式は、多くの利点にもかかわらず、現状では普及の速力がにぶつて来た形であるといえる。

(h) ロールオン・ロールオフ方式

コンテナ船や一般船の場合は、リフトオン・リフトオフ方式であるのに対して、ロールオン・ロールオフ船あるいは両方式併用の船が出現して来た(豪州フェリーポート、バスターゲダ号4,000トンなど)。これは自動車とか、パレットに包んだ商品など、転がして移動できる貨物を、斜面にそつて船積み陸上げする方法で、このために必要な斜面を船内にも作つてあり、荷物をつり揚げないで能率良く荷役をする点に特徴がある。

しかしながら現状では、特殊目的の船でない限り、船内荷役装置の全てをロールオン・ロールオフにすることは考えられず、いずれか1個のハッチだけをロールオン・ロールオフの方式にしている程度である。

(i) サイド・ポーター

雨中荷役対策と、2元荷役との観点から、サイド・ポーター方式も併用され、冷蔵貨物に関しては主要荷役装置になる傾向がある(U. S. レックシヨアー・エンジニアリング社のものが有名)。

[E] 居住設備

正確に言えば船内居住設備の改善は、船舶の自動化には直接的関係はないが、合理化の線には沿うものであり、これによる環境の整備は能率に通ずるものである点においても見逃すことのできない問題である。

(a) 船室配置の改善

これには現在、次の様な点において改良がなされつつある。

1. 食堂と厨房、調理室を接近させる。
2. サロン、メスルームを合併させる。
3. 総合事務室を設設。
4. 部員部屋を個室化させる。
5. 職務上最適の場所に、その人の個室を設置する。

(b) 新居住関係資材の積極的採用

床材、壁材、防音材、防熱材、家具材、寝具その他について、最近特に発達した新資材を使用し、明るい住み易い室にしている。

(c) 最新の生活機械類の採用および整備、保安のための新剤の使用

皿洗い機、電気床磨き機、ウオーター・クーラー、船内各室との自動交換電話又はインターフォンの設置、グラスター、アルマ #200 その他の新剤使用。

(d) 全通甲板上における居住区そのものの設置場所の検討、環境整備。

船型によつて、船中央、セミアフト、船尾など、充分検討の上設置しているほか、居住区それ自身の冷房装置の設置、防音、防振構造の検討がなされている。

(4) むすび

船舶の最近における合理化と近代化、自動化については、その成果は見るべきものがあり、これに乗船し運航する立場にある我々としても、日本船のこの様な進歩改良については誇りを抱き、その近代化の大勢には大いに賛意を表しているものである。

しかしながらここには、次の様な点において更に検討を要する問題があることを指摘し、関係者に一考をわずらわしたいと思うものである。

先ず第1に、現在の船舶自動化なるものは、「乗組員の人員縮小」が根本目標となつていて、その結果、縮小された乗組員の給与を中心とする経常費の節減と、平常運航時の回転能率とは重点がおかれているが、これと比較すると、海難防止上安全のための設備については、特に近代化の努力は払われていない。

すなわち、昭和35年2月1日附「造船技術審議会答申」のうち、「船舶の自動操縦化の技術的問題点ならびにその対策」においては、自動衝突防止装置の開発の必要を説いて、次の様な研究を急ぐよう強く要望している。すなわち、

1. レーダ改良の研究
2. 他船針路速力計算装置の研究
3. 避航針路速力計算装置の研究
4. 自動操船装置との連動装置の研究
5. ノクトビジョンの研究

6. ソナーの研究

これらの要望は我々としても極めて歓迎するところであるが、これに対しては研究に対する援助などの努力がなされた様子もなく、自然発達にまかしている形であり、これらに関連ある電波航法装置の自動化なども殆んど緒についておらず、また、上述の各項に類する装置例えば最も可能性あるソナーなどにしても、これが自動化船に取り付けられた例は未だ見られない。

また防火設備なども、乗組員が減少されれば、当然同時に動き得る人間の数が少くなるために、緊急活動時の労力不足は当然であり従来船に倍加した安全なる自動化防火設備が充分にほどこされなければならないと思われるが、これに対しては殆んど在来船より一歩も出していない。

この点は未だ事例がないので何とも言えないが、一応警戒を要する問題ではなからうか。

第2に船の自動化の現状は、その主流が主機の遠隔操縦にあり、その成功には讃辞を惜しまないものであるが、これらの自動化の度合いと比較すると、甲板部士官としての最大の関心事である荷役設備および方式に関する自動化は、油槽船、専用船などを除く一般船においては、現状では特に飛躍的進歩が見られたとは言えず、この点何らかの開発がなされなければならないのではないかと思われる。

第3に「自動化に伴なう乗組員の減少にも関わらず、自動化船においてはかえつて乗組員の超過勤務時間が少くなつて来ている」という報告がしばしば行なわれている（海運クラブにおける高経済船説明会など）が、この点は如何なる算定の根拠によるものであるかはわからないが、これには正確な調査が必要であろう。かりに今、一応それを信頼性ある報告と受け取つたとしても、事実、自動化船に乗り組んで来た我々としては、船内生活環境の改善による恩恵に浴しつつも、担当機械類の様式の変化とか、乗組員の減少に伴なう作業配分の変化などによるための、個人々々の精神的な無形の負担は倍加され、現状では労働時間の算定のみによつては測ることのできない乗組員の疲労を伴っている実情を報告しないわけにはいかない。

第4に、船舶の廻転能率を上げる方法としての自動化は、新しい就労態勢の分析と配分を検討することを伴わなければならないが、この問題は、前項に述べた様な航海中の問題ばかりでなく、母国へ帰つて来からの船員の休養の問題にも関係がある。この点真に能率を上げる為には、船舶なる「機械」を連続回転させて、乗組たる「人間」には充分なる休養を与え得る制度を伴わなければならない。すなわち、外国航路船に対して、内航時交代乗組みの制度を確立し、船舶が母国最初の港に入

港した時から、最後出発港を出航するまでの間を、この内航時交代乗組員と交代する制度など、早急に検討の余地があるのではないだろうか。

同時にまた、現状の様に積荷に対する特別な注意を払ったり面倒を見たりする必要がある、現在より更に更に不必要になる様にならなければ上述のことも不可能であると思われるので、技術的なこの問題と、制度上の上述の問題とを同時に検討されるべきであると考えられる。

第5に、自動化に伴って論議されている「船舶士」の構想についてであるが、これには例えば、日本造船研究協会による「高経済性船舶試設計総合報告書」(昭和38.3)によれば、「船舶の自動化、近代化が進められると、人間の作業を機械化することによって、作業量が減少し、操作、取扱、保守も容易となるので、従来のような細分された専門職は、必ずしも必要ではなくなり、単一化された新しい職種となり、階級性も能率本位の単純なものに指向される事が考えられるようになった」として、船舶士、船舶員の構想が生まれたことを述べている(P8)が同じ報告書において「船員の訓練および再教育」(P81)には、同上の事態に対処するための乗組員の訓練および再教育について検討して次の様に分類して述べている。すなわち、(i)各部門に高級な専門教育を受けた者を配乗させた場合、(ii)現在の職種に捉われず、各部門に通用できる者を配乗させた場合、(iii)現在の船員の中から船舶士を養成する場合、の3つにおいて検討した結論として、諸条件がととのつてしまわない限り、教育機関の延長や、現在の船員の再教育や、現在の士官教育の教科に再検討を加えることの必要性を強調している。この考の中には、「激しい海気象のもとにおいて、予期せざる突発的事故損傷の発生を皆無とすることは不可能に近い。陸上プラントにおいては故障、損傷に対して、迅速、適切な修理補給、ときには保守面まで外部からの援助をあおぐことができ、これが大きなバックアップとなつてのと比較して、外洋を航行する自己完結的機能体ともいべき船舶においては、船員自身の手で修理、保守を実施せざるを得なく、したがって乗員の資質に負わざるを得ないのが一大特徴である」という一般論の裏付けとも解釈されるが、もしそうであるとすれば、「船舶士」なる構想には矛盾が感じられる。一応常識的にいつて、使用機械は高度となり、船型は増々大型化し、馬力は大馬力となれば、これを操縦する船長、士官はますます高度の技術を持たなければならないと考えられるが、「船舶士」は「単純なものになる」といい切っている点、「船舶士」構想の理解が困難である。

現在迄の論旨からすれば、「船舶士」の具体的な要件は、「多能的乗組員」としての性格のものであることは知り得られるが、たとえその性格は変つたとしても、「現在の海上技術者以上の水準の能力を持つ者」を要求しているのか「それ以下の水準の者」で満足できるのだといっているのか解釈に苦しむ。

勿論、1人の人間にして、操船の技術にも堪能であり、天測、電波航法などの技術にも堪能であり、気象学にも通じ、載貨運送の技術も心得ており、海上衝突予防法その他の海上諸法規にも明るく、半面機関の操縦、故障、修理などにも堪能であり、電子技術にも通じ、更に電子工学にも明るく、通信技術も或る程度心得、医学も修得しており、その上高い教養を身につけておる様な「多能的乗組員」を要求することは常識的に無理であろうから、そのうちのどの部門についても現在よりは遙かに水準を上げて、総合的に見れば「多能的乗組員」としての性格を持たせるという構想と考えられる。

しかしながら「海上衝突予防法」に関する問題一つを取り上げて見ても、現在次々と発生している衝突による海難事故は、一口にいつて本法に対する知識の不足に起因しているのではないだろうか。気象海象に起因している海難事故は、気象の知識と、これに対処する判断力の不足が原因というべきではないだろうか。港内又は狭水道における本船自身の海難は、操船技術の拙劣から起きることが多いのではないだろうか。

半面、航空機の様な短時間のみ基地を離れているものと異つて、長期にわたつて陸上基地から離れて航海する船舶において、若し不測の故障を生じた場合、船内に1人も、機械畑、電気畑で訓練された技術者がおらなくて、誰が応急の処置をするのであろうか。これを知識と技術の程度を下げた「船舶士」で事足りると考えるとしたら、それは、平穩無事な状況のみを念頭においての非常に不用意な危険をはらんでいるとはいえないだろうか。

航海中の船舶というものは、常に非常事態に直面する機会が多いもので、その事態に処する技術が常に要求されており、平常の場合などは問題にならないことと、またその非常事態を切り抜け得なければ、真に全損の憂き目を見るものであり、尊とき人命と大きな財産の損失は、とうてい経常費の節約分などで補充し得る問題ではないことを再認すべきではないかと考える。

最後に、船舶の近代化に伴つて船員の給与体系、就労体系港湾施設の問題などについても考察がなされなければならないと思われるが、ここには割愛する。(完)

故 熊 凝 副 会 長 を 悼 む

電波航法研究会会長 松 行 利 忠

我が電波航法研究会としては、先般熊凝武晴先生が、御出張先で突然逝去されたと聞いた時の衝撃を、未だ忘れることができない。

顧れば、熊凝先生と我が電波航法研究会とのつながりは、誠に永いものであつて、本会が昭和26年9月、当時の海上保安庁海事検査部の下に創設され、戦後日尚浅い我国海運再建の一翼を荷うべく、学界、官界、海運界および無線メーカーを打つて一丸とし、エレクトロニクスによる新しい海上交通の安全を希求して立上つた際、先生は逸早くこれに参加され、各種の電波航行援助施設、特に新しく登場したレーダー、ロラン等の効率的運用を研究せんとする運用部会の有力メンバーとして、積極的に会の運営に尽力された。すなわち本会の産みの親の一人であられた訳である。

その後本会も幾変遷を経て今日に至っているが、先生

は終始本会と共にあられ、最近は副会長として、会のためお力添えを賜つた外、常に新知識を以て会員たる我々を啓発された。さきに海鷹丸を駆つて遠く南極海の魚族資源調査をされた際にも、早速本会において貴重な体験報告をしていただいたことは、我々の記憶に新しい。

このお話の中で特に私が感銘したのは、初めて採取された名も知れぬ南極魚を、先生自らが試験台となつて試食され、その無害を確かめてからこれに命名されたということである。

先生のあのたくましい迄の体躯に、底知れぬ温情をたたえられたお姿は今既に無い。先生から尚お多くの教えを乞ねばならなかつた本会としては、哀惜の情誠に切なるものがある。ここに謹んで御冥福をお祈りする次第である。

熊 凝 副 会 長 の 思 い 出

鮫 島 直 人

熊凝さんが突然亡くなられました。あの元気な方が亡くなられたと聞いても、誰しも信じられないほどです。

熊凝さんの学問上の業績や、南極観測航海における功績について語るのは、私の任ではなく、他に適当な方があると思います。私が熊凝さんについて知っているのは、本会と航海学会とを通じて、会合の席や連絡の為に会合した時の一面に過ぎません。

私が始めて熊凝さんにお目にかかつたのは、終戦後間もない頃で、当時越中島の商船学校も水産講習所も、共に進駐軍に追われてバラック校舎に移り、虚脱状態に陥つていた時のことです。

このような状態の中で、元本会会長の井関先生や熊凝さん、それに波多野さん（東京計器）などが中心になつて、日本航海学会の創立に奔走され、私もそのお手伝いをしたことがあります。その設立総会および第1回

講演会を開いたのが昭和23年の秋のことです。この時の会場である月島の水産試験所の幹旋はもとより、会の発足については、熊凝さん持前の積極的な手腕にまつところが多かつたのであります。

その後電波航法研究会が設立されてからの御活躍振りには、皆さんがすでに御承知の通りで、多年副会長として、また部会長として、あるいはレーダー運用指針の編集委員長として数々の功績を残されています。

本年4月末、門司で開かれた航海学会のシンポジウムに出席のため、私共一行は4月23日のあさかぜで東京駅を発つたのでありますが、航海学会の副会長でもある熊凝さんは、丁度水産大学の新造練習船海鷹丸受取りのことがあつて、私共より数日前に下関に向われたとの連絡を受けていました。

熊凝さんが下関で倒れられたとの報を聞いたのは、こ

の車中のことで、一同の驚きは申すまでもありません。しかしその時の話では、生命には別状ないとのことで、多少ほつとした気持ちでした。

門司に着いてからも、いづれ絶対安静だろうから御見舞に行くのも後にした方がよいということで、差控えていたところが、25日の朝になつて、すでに24日に亡くなられたことを知り、一同愕然として声なしという有様でした。

早速シンポジウムを中座して、下関の林兼病院の一隅にある霊安所にお参りして、御霊前に焼香し、心から御冥福をお祈りした次第であります。

なお5月9日には、東京水産大学で大学葬が行なわれ、関係官庁、学校、団体、会社等から多数の参列者があり、また沢山の花輪や生花が供えられ、熊凝さんの生前の功績をたたえるにふさわしく、しめやかな中にもまことに盛大なものであります。本会としても花輪を供え、謹んで哀悼の意を表した次第であります。

熊凝さんの生前の活躍振りは、八面六臂とでも申しましょうか、水産界はもとより、航海運用の面でも、至るところ可ならざるはなしで、最近魚の種類に応じて、色の違った集魚灯を研究開発中のように聞いておりました。

熊凝さん苦心の遺作ともいべき神鷹丸が完成して、

5月末に芝浦岸壁でリセプションがありました。この日熊凝さんのいつもの元気な姿を見ることができなかつたのは、まことに淋しく、集つた一同の胸中も皆同じであつたことと思います。せめて一航海でもこの船によつて、熊凝さんの企画による教育研究を実施されたならばよかつたのにと、つくづく残念に思われました。

最近の熊凝さんはあまりにも忙し過ぎたようです。会の用事で連絡を取ろうとしても、中々つかまらないし、たまにお訪ねしても次々と面接者がきて、落着いてお話ができないような状態でした。そしてその接触される分野が、本職の漁業だけでなく、航海、気象、海洋、造船等の多方面にわたり、よくもあれだけまめに研究や社会活動ができるものと、驚歎するばかりでした。しかし今となつてみれば、これらが積り積つてからだに無理がきていたのではないかと思われまふ。

最後にお会いしたのは2月中旬で、水産大学の研究室でしたが、その時のお元気な姿が今なお目に残つています。本会としては、これから愈々会の発展の為に、指導的地位について大いに手腕を発揮して戴きたいと期待していた矢先に、この突然の御逝去に会つて茫然としてしまつた次第です。この上はただひたすら御冥福をお祈りして筆を擱くことに致します。

熊凝先生の思い出

東京工業大学名誉教授 森田清
現沖電気工業KK技師長

熊凝先生に初めて御会したのは電波航法研究会の発足当時のことでした。私は熊凝という名が耳馴れない言葉である所から只一度聞いただけでこれを先生の風貌と結び付け決して忘れることは出来なかつた。御顔色は海焼けのした黒であつた。しかしこれと先生の御名前とから想起される印象とは全く裏腹に、先生は実に穏かな節度正しい、物腰の柔かな方であり、副会長として航法研究会によく御勤め下さつた。会議には御忙しくて時々欠席された様だが、しかし一旦出て来られたとなるとその発言は極めて实际的で、経験豊富で、現実には則した意見を出され、多くの人が結局は先生の御意見に従つた様に

思います。先生の発言は、とてもいんぎん丁寧で“ございます、……ではないでしょうか？”という調子で他の方々に比し……それは他の方々も勿論丁寧なのですが……特に印象的でした。南極探険に行かれたときの御報告などは非常に興味深く、しかも何故貧乏国の日本がこの探険に進んで一役買う必要があつたかという点に関しては、実にしつかりした大局的な見解を持つて居られ、あれでこそ多くの人を率いて行ける筈と納得させられるものがありました。又親切な方でした。ほんとうに惜しい人を亡くしました。残念でございます。

熊凝先生をしのんで

東京商船大学 茂 在 寅 男

人生というものは本当にはかないものであることを、私はしみじみと感じてならない。どうも私の年では、そんなことを感ずること自体一寸早や過ぎる様にも思われそうだが、他の人の想像とは違つて、私は何時でも「諸行無常」を深く感じている一人である。

25才の時胸を病み、27才の頃はほとんど医者に見捨てられ、「自分自身の死」というものを目前に覚つた時、私は再度立ち上がるのは自分自身の力以外にないことを知り、「精神力」以外に自分の味方ないことを、本当に悟つたのであつた。そして我ながら涙ぐましいまでの忍耐と絶対安静とを経て、かろうじて回復の坂道を、少しずつ登る様になり、どうやら常人の外観を保つて生活が出来る様になつたのは30才になつてからであつた。その前後5年間程というもの、私に取つて本当に人生の岐路だつた様な気がする。そして、その頃病床にあつて考えたこと、それは自分流の一種の宗教の様な考えであつて、「諸行無常」の感は深くその頃から根ざされている。一方私は、「この根強い病に打ち勝つためには、病以上の根強い人間にならなければならない」と感じたり、「若し全快することができたとしたら、これからの生命は天からのさずかりものだから、何事にも引つ込み思案にならずに、すべてに積極的によち当たつて事を処する人間にならう」とか、若し生きかえつたならばという仮定のもとに、いろいろと将来の設計を立てたものであつた。

しかしいざ病気が回復してみると、やはり自分というもの元の本阿弥、生死の境で考えていた十分の一も自分を変えることの出来なかつたことを恥じている次第。

水産大学の熊凝先生に私が始めてお会いできたのが実をいうとその頃すなわち私の病の回復期であつて、私自身相当心持ちも明るくなつて来てからのことであつた。

勿論最初の接触においては関係も浅かつたのであつた

が、先生が水産大学において航海計器学を担当しておられ、私が商船大学において同じ学課を担当していた関係から、お互の関係がぐんぐんと深くなつて行つた事は当然のことであつた。先生が航海学会の副会長をすれば私は委員としてその下で働き、先生が電波航法研究会の副会長として活躍されれば、私はその幹事として、先生の傘下で働らくという状態であつた。

こうして先生と御一緒に仕事もすることになるに従つて、私は、病臥中に、人間としてはこうなければならぬと考えていた理想像の、相当の部分先生が持つておられることを発見して来た。そのエネルギー、その積極性、その多能、その卓見、そして事に当たれば必ずこれを成就せしめるその情熱——これらはすべて私の「こう有りたい」と願つていた理想像の一部であつた。

私は先生のこうした長所を、ひそかに自分に取り入れようと努力していたことも打ちあけなければならない。先生との20年間の交際はこうした形で続き今年に至つたのであつた。

先生の死は極めて突然であつた。神ならぬ身の3日先さえ知る由もなかつた我々が、本会の会長に先生を推したいと決議したのは、先生の訃報に接する実に1週間前であつた。

「諸行無常」私達の今の気持ちを表わすに、この言葉以外のどんな言葉を探すことが出来よう。私達の今後の会議にも、先生のあの元氣な笑顔を、もう二度と見ることの出来ないことを思うと、それは何と淋しいことであらう。

しかし地下にあつても先生は、あの大きな眼鏡越しに、わが電波航法研究会の益々発展することを見守つているに違いない。静かに黙禱して、先生の御冥福を祈る次第である。

熊凝さんの思い出

社団法人 全国漁業無線協会

常務理事 岸 本 末 吉

熊凝さんが去る4月23日午後下関に出張中脳溢血でおれたという知らせを聞いてびつくりした。漁船課のみ

なさんは心配してかけまわって連絡などにつとめたが、翌日とうとうだめだったという知らせを受けた。

熊凝さんのつきあいはとても広く水産関係だけでなく、さまざまな職業の人達にも及んでいたが、彼はその誰れからも親しまれていた。

熊凝さんは専門の漁撈や航海術には極めて優秀な技術者であつたばかりでなく、電波航法機器についても極めて造詣が深く、特にレーダ、ロラン等には専門家をしのぐものがあつた。

昭和30年に電波航法研究会で漁船用小型レーダの技術基準をつくつたことがある。

当時100万円程度の小型レーダをつくつて北洋さけ、まず独航船や以西底曳漁船など比較的小型漁船にレーダ

を普及すべきであるとされたのが熊凝さんであつた。従つて技術基準作製中心は勿論熊凝さんの進歩的な意向によつてつくられたものである。

今日多数の小型漁船が小型レーダを装備して能率的に活躍しているのも彼におうところ大なるものがあるのである。

熊凝さんは水産に対して非常に情熱的であつて早くいえば彼は死ぬまで、わが国水産、かわいさの情感をもとつづけた人であつたといえる。

熊凝さんをなくしたことは水産のためにおいしい人であり、日本の水産界はもつとも進歩的な水産人をなくしたことになつた。

熊 凝 先 生 の 思 い 出

防衛庁技術研究本部 伊 藤 実

生来人の顔とそのお名前とのコインシデンスをとることの至つて不得手な私であるが、熊凝先生にお目にかつた最初からピシヤリと先生のイメージは私の脳裡に焼きついた。それだけ強い人間的な魅力を先生はもつておられたのである。学者として、また海に生きる男としての太い筋金を温和な風貌に包んだ先生は、本会の発足にあつて、とかく文句の多い幹事連中の議論の沸騰を誠に適切にかつ温かくまとめ上げて下さつたことも多い。

学者としての先生の業績は私ごときの云々するには大きすぎるが、また自ら船をかつて海洋調査や南極観測に縦横の活躍をとげられたことは、我々に深い尊敬の念とともに大きな示唆を与えられた。本会の活動についても永らく副会長の要職にあり誠に大きな推進力となられた。

先生赴かれて最早や御指導を乞うすべもないが、この大いなる先達の残された道を一層の努力をもつて前進したいものとする。

熊 凝 先 生 を 偲 ん で

東京水産大学 鈴 木 裕

恩師熊凝先生が突然逝かれた。新船神鷹丸の建造地下関に引き取りに行かれ、その大任を果して引渡しを完了した4月24日であつた。

先生は心から船と海がお好きで文字通り生涯これに打ち込んだ方だといえよう。

大学にあつては航海学、漁業学の講義をされるかたわら航海、航海計器、漁業に関する研究と後輩の指導に尽力された。特に航海計器に関する御研究は深く、学会、本研究会でもその御活躍は著しかった。

昭和31~32年には第1次南極観測の際、先生は海鷹丸の船長として遠く氷海に航海されたが、このお伴をして痛切に感じたことは、先生の仕事熱心ということであつ

た。南極海における2ヶ月間ほとんどお休みにならず、航海の安全と南極海の調査研究に精進され、学生の教育に尽力された。昭和36~37年には再び南極海にお伴をした。航海中先生は還暦を迎えられることになつたが、年令のことなど一向に無頓着で調査団長として調査の計画や実施面を統一され、更に採集物や記録紙などを丹念に調べる方に御熱心であつた。寒風吹きすさぶ南極海洋上でデツキに立つて陣頭指揮をされているお姿が目に見える。特にわが国の船舶が入港したことのない南ジョージア島に始めて入港し、日英親善と南極の捕鯨基地開発に尽されたことは大きな功績であろう。また豊富な海底魚族資源の発見も水産界に益することが大きいであらう。

う。

先生の記事はすばらしい。航海中1日もかかさず記され、航海と海洋生物調査全般については、色々な角度から検討されて厚いノートにぎつしり書かれている。これは報告書とともに貴重な南極海の資料といえよう。

先生はまた後輩に対して、きわめて温情厚く人間味溢るるものがあつた。地方から訪ねてくる卒業生には一々面接し、親のない私には全く親代りをして下さつたこともしばしばであつた。

東京水産大学の練習船は海鷹丸、神鷹丸、はやぶさ丸もすべて先生の構想と監督によつて成つたもので、昭和初年に先生が率先建造された旧神鷹丸も老朽化した昨年、「神鷹の代船を作つたら練習船作りは終りだ」と言つておられた。それは2年先に迫つた先生の停年退職を

考えておつしやつたのであろうが、この言葉がこういう形で実現してしまつたことは誠に残念でならない。

4月30日源昌寺における御通夜、5月1日同寺院における熊凝家の葬儀、5月9日大学における大学葬などが執り行なわれ、官界、業界、知人、友人等多数参列されたことは先生の偉大な功績と御人柄とを表わすものであろう。

熊凝先生を失つたことは、誠に残念である。しかし、われわれは先生の広遠な御遺志を継いでその霊を慰め、斯界の発展のために尽すものとなりたい。

なお先生の葬儀について研究会から御供物等を賜り皆様に御会葬戴きましたことについてこの紙面を借りて厚く御礼申し上げます。

熊 凝 先 生 を 偲 ぶ

東京商船大学 庄 司 和 民

熊凝先生の突然の御逝去ほど、最近驚いたことはありませんでした。もつともつと御丈夫で活躍していただきたいことや、啓発していただきたいこと、そして私共には教えていただきたいことが多い方だつただけに、本当に残念でなりません。

私が熊凝先生に初めて御眼にかかつたのは、戦後も間もない昭和21年9月から始まつた磁気コンパスの規格を定める委員会であつたと記憶します。その折に受けた印象は今もつて忘れませんし、また今も変りないものでした。

戦後の航海計器、特に磁気コンパスの粗悪化に対して心から慨嘆され、これを是非共ある水準まで引き上げて、海上に働く人々の海難を防止しなくてはならないと

いう、烈々たるファイトをもつて居られたものです。先生が関係して居られる各方面にわたつて、これと全く同じことが云えますが、常に該博な智識と深い経験にもとづいた主張で、あくまで磁気コンパスの正しいあり方への追求は鋭かつたものでありました。しかしその主張される根底には海上の物言えぬ小型船や漁船の人々に対する深い愛情がひしひしと感じられたものでした。熊凝先生こそ真の船乗でしかも学究と実務を両立させ得た人と云えましょう。

先生の先生らしい御最後に対し心からの御冥福を御祈りすると同時に、先生の示された人間愛にもとづいた強い実行力を学び取つて後に続けたいと考えて居るものがあります。

自動追尾方式ロラン受信機

古野電気株式会社 箕原喜代美
" 加藤増夫

1. 緒言

最近、船舶における電波航法の一つであるロラン航法が急速に普及し、ロラン受信機を装備する船舶が逐年倍増的ないきおいでその数を増している。これは船舶における運航能率の改善が主目的であり、ロラン受信機を装備することにより船位を直ちに知り得、早急に爾後の行動に移ることができることにある。だが、この高普及率の結果をもたらしたものは、運用操作面で、面倒な手数を要しないための自動化（その前にトランジスタの実用性が高まるにつれ小型軽量化の問題があつた）である。ロラン受信機は装備してもそれに加えてオペレーターたる人員は増えないわけである。船舶も年々高度化複雑化されているおりから、必然的にロラン受信機も自動化の方向にむかうことになる。このことは航空機にもいえることであり、筆者等は多分にこの方面への適用をも考慮した。

かくの如き傾向に即し、この数年来、ロラン受信機の自動化につき研究を行つてきたが、このたびロラン受信機に対する自動追尾に関して一応の完成をみたので、特に、その回路系の特色につき言及し、報告したいと思う。Fig. 1 は自動追尾を可能ならしめる全トランジスタ式ロラン受信機の外観写真であり、以下述べるところはすべて本機に基く。また、本方式のものをここでは便宜上「自動追尾方式ロラン受信機」と名づける。

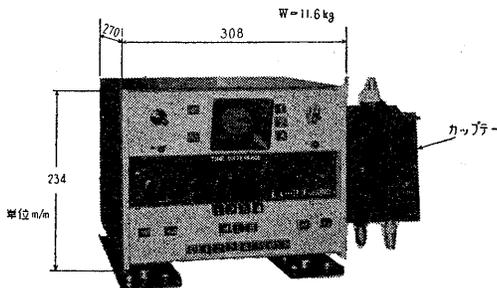


Fig. 1 自動追尾方式ロラン受信機外観

2. 概要

自動追尾方式ロラン受信機の従来のロラン受信機と対比し、異つている点を挙げると、次に示す如き回路系を前者において含んでいることにある。

- (1) 信号の自動停止回路 (ASC)
- (2) 主局・従局の信号振幅をコントロールする自動感度調整回路 (AGC)
- (3) 主局電波を常に所定位置に停止させる回路 (AFC)
- (4) 従局電波を所定位置で自動的に追尾させる回路 (ATC)

これらの回路系があることにより、一対局のロランパルス電波を捕えてその時間差を測定するに際し、その運用操作は極めて迅速簡単となり、一度ロランパルスを捕えておけば、その後は連続して自動的に時間差を表示させることができる。このことは船なら船の受信するロランパルス電波を船の変位につれ自動的に追尾するので、ロラン航法において時間差を眼で観察しながら操船できるわけで、今までのロラン受信機のように、その都度時間をかけてロラン時間差を測定する必要はない。

次に、操作面の手順の上で如何程簡易化するかを述べる一般にロラン受信機でロランパルスの時間差を測定するには次の順序に従う。

- (1) 選局を行う。
- (2) CRT上に受信信号が現われるように感度・平衡のポリュームを操作する。
- (3) ベDESTAL上、左端に主・従それぞれのパルスが乗るように移動操作を行う。
- (4) 掃引速度を切換え、受信信号を拡大する。
- (5) 正確にベDESTAL左端に来ているかを確認する。
- (6) 掃引速度をさらに切換えて信号を拡大し、主局・従局の信号強度を同一にして重合する。

本方式のものは可能な限り自動化しようとするもので、その操作の行程は次の如くである。

- (1) 選局を行う。

(2) CRT上に受信信号が現われているかどうか確かめる。

その後の操作は自動化されているので、この操作だけでロラン時間差を読みとることができ、一度ロランパルスを読みとれば、その後は自動的にパルスを追尾し、常にロラン時間差を表示できる。ロラン受信機を利用する上において、ロラン位置の線を略々横断して運航する場合の所謂コース航法で特に活用できると思う。

また、ロラン受信機で時間差を測定するには、CRT上で主局・従局のパルス信号を重合し、その時に表示される従局遅延回路の遅延量をロラン時間差として知らうとするのであるが、その操作は人間の眼によつて、パルス波形を監視しながら行わねばならない。従つて、その操作には熟練を要するので、ロラン時間差の読みとりには個人差を生じることがしばしば起る。これらの操作を自動化すれば、熟練の度合（特に空間波測定において）による測定についての個人差がなくなるわけである。

3. 回路系

本方式ロラン受信機の構成をブロックダイアグラムで示せば Fig. 2 の如くである。自動制御系の考え方をもつて構成してあるが、サーボメカニズムによる方式でなく、すべてを電子回路系による方式に拠つた。サーボメカニズムによる解析は大沢・飯塚・岡田諸氏が行つている。以下、電子回路系による主な回路につき、その動作を説明する。

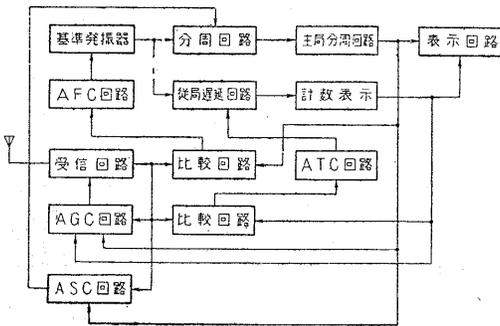


Fig. 1 自動追尾方式ロラン受信機
ブロックダイアグラム

3.1 ASC回路

ASC回路は操作の初期において、主局パルスを所定位置（主局ベダスタル左端）に移動させるに際し、ロランパルスの移動がベダスタル左端で自動的に停止する回路である。Fig. 3はその回路系統図、Fig. 4はその動作を示す波形図である。その動作は、Fig. 3において基準発振器より分周回路を経てロランパルスの周期と同周期の矩形波（周期 T ）を取り出すのであるが、この分周回路の分周比を僅かにずらし、矩形波の長さを伸縮し、ロ

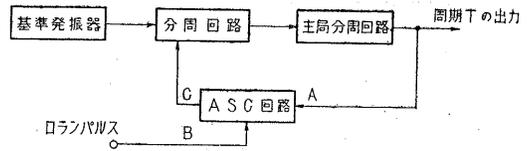


Fig. 3 ASC回路系統図

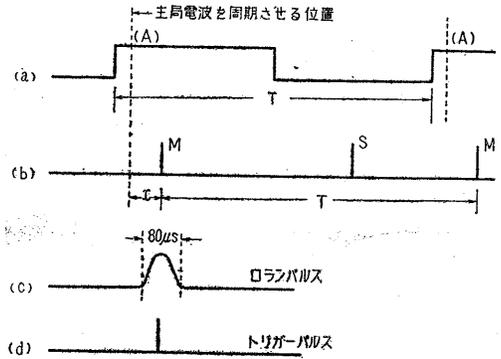


Fig. 4 ASC動作波形図

ランパルスに対しその相対関係を移動させるものである。Fig. 3において、ASC回路はB端子に入力がなくA端子に入力があれば、端子に出力を生じ、A端子に入力があれば、B端子にも入力があれば、C端子には出力を生じない。この出力で分周回路の分周比を変えて移動操作を行う。このようにしてFig. 4 (a)の波形の(A)の位置にロランパルスMが近づき、同時に重なり合うようになると、ASC回路の端子Bに入力が生じ、従つて端子に出力を生じなくなる。故に分周回路の分周比はもとの状態に戻り、矩形波の周期とロランパルスの周期が同一になるために、以後出力端子に出力の生じることがなくなる。

ロランパルスのベダスタル左端に停止するまでの移動に要する最大の時間 t は、

$$t = \frac{T}{\Delta T} \cdot \frac{1}{T} \cdot \frac{1}{2} = \frac{T^2}{2\Delta T} \dots \dots \dots (3.1.1)$$

T ……ロランパルスの繰り返し周期

ΔT ……ASC回路出力により、 T の伸縮される時間

今、 $T=30ms$ 、 $\Delta T=30\mu s$ とすれば、(3.1.1)式より、移動に要する時間 $t=15sec$ 以内となる。

停止を行うにあたり、 S/N が問題になるが、実験では、連続雑音で $S/N=2$ 以上あれば、確実に動作し、パルス状の雑音であれば、 S/N はもつと不良でも動作するが、停止回路がパルスノイズのため断片的に動作し、移動速度が遅くなることがある。従局側においても同様の操作を行うが、この場合には、その移動する範囲を狭くすることができる。

3・2 AGC 回路

AGC回路ではロランパルスが常にCRT上で一定の振幅になるようにロランパルスと基準パルスとを比較して、その差に相当するシグナルを増幅し、こゝる増幅電源として動作させAGCを行っている。

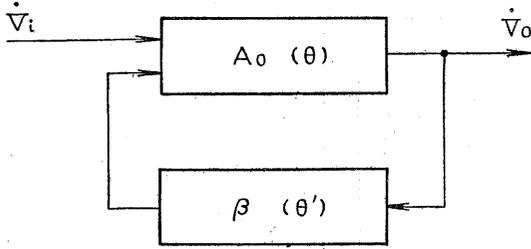


Fig. 5 饋還回路系統図

Fig. 5はこの回路の原理を示す饋還回路ダイアグラムである。入力電圧 $\dot{V}_i = V_i e^{j\omega t}$ に対し、出力電圧 \dot{V}_o は $(\theta - \theta' = \phi)$ とし、

$$\dot{V}_o = \frac{A_0 V_i e^{j(\omega t + \theta)}}{1 - A_0 \beta e^{j\phi}} \quad (3.2.1)$$

$$\text{増幅度 } \dot{A} = \frac{A_0 e^{j\theta}}{1 - A_0 \beta e^{j\phi}} \quad (3.2.2)$$

パルスをサンプリングし、パルスの高さに応じた出力を直流電圧として取り出し、この電圧を β 倍増幅して A_0 をコントロールする如く負饋還を行えば、周波数・位相に無関係となり、

$$V_o = \frac{A_0 V_i}{1 + A_0 \beta} \quad (3.2.3)$$

$$A = \frac{A_0}{1 + A_0 \beta} \quad (3.2.4)$$

ここで β を非常に大きな値にとれば、(3.2.4) (3.2.3) 式において、

$$A = \frac{A_0}{A_0 \beta} = \frac{1}{\beta} \quad (3.2.5)$$

$$V_o = \frac{V_i}{\beta} \quad (3.2.6)$$

このことから、負饋還回路の特性を β 回路の入力電圧 V_o に対し、出力電圧が Fig. 6 に示す如く、ある値以上

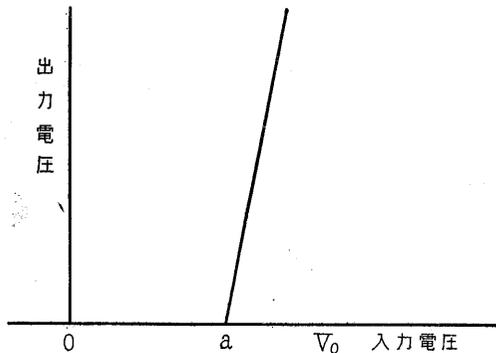


Fig. 6 負饋還回路入出力特性

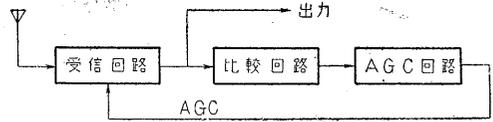


Fig. 7 AGC回路系統図

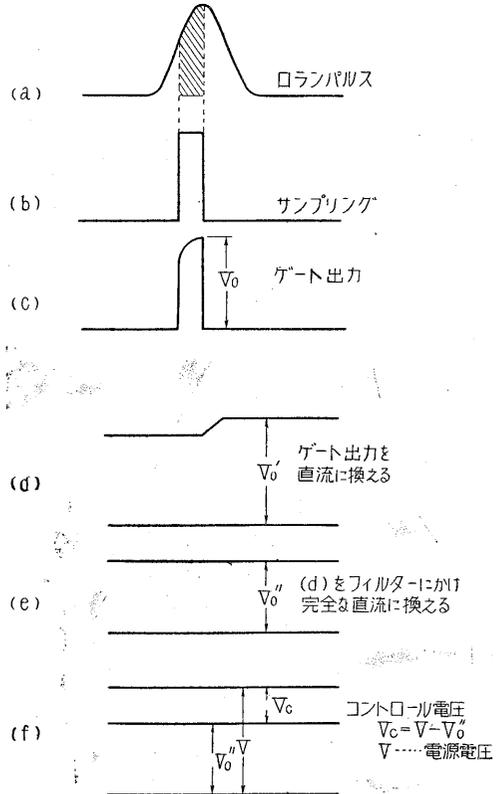


Fig. 8 AGC動作波形図

の入力電圧に対し出力が出るようにしておけば、入力電圧 V_i に対し V_o は決められた値までは A_0 の増幅度で振幅が増加し、一定値になれば、それ以上は振幅が増えない。Fig. 7はAGC回路の一般系統図であり、Fig. 8はその動作波形図を示す。AGC電圧の検出はFig. 8に示す如く、ロランパルスをサンプリングし、この出力をフィルターに通し、直流としてこの電圧を用いて受信回路をコントロールしている。また、その上、サンプリングシグナルはロランパルスとノイズの成分を最も良く分離できる値にしなければならない。

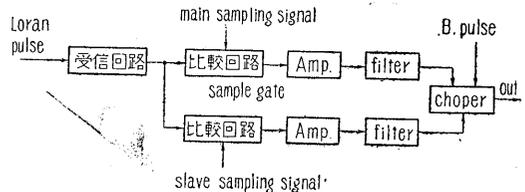


Fig. 9 本方式AGC回路系統図

このようにしてAGCを行うのであるが、さらに主局・従局のシグナルのレベルに応じてバランスをとらなければならない。このためAGC回路は実際にはFig. 9の如き系統図のものを用いている。

3・3 AFC 回路

AFC回路は主局パルスの主局ペダスタル上にロックしておくための回路である。この回路はロランパルスと比較パルスの位置関係により、AFC電圧を検出し、これにより得られた電圧で発振回路の周波数をコントロールしている。AFC電圧検出のためには差動型のもを採用し、AFC電圧をより大きな値として得られるようにし、またそのAFC電圧の動作波形の変化域を急峻にして、AFCの行われる動作点を正確安定に決める如く組み立ててある。Fig. 10はAFC回路の動作波形図を示す。

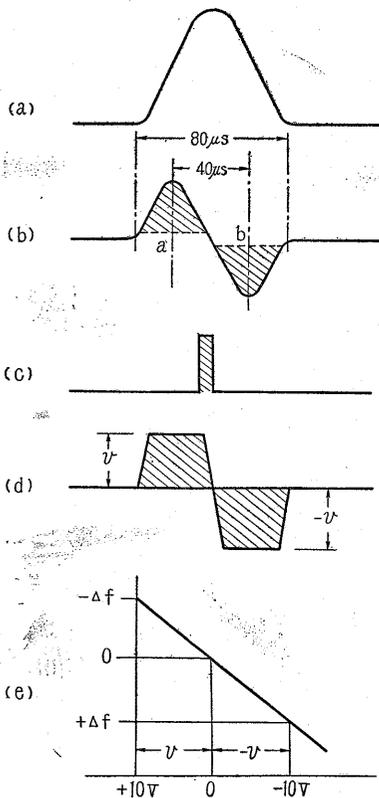


Fig. 10 AFC動作波形図

Fig. 10において、(a)図の如き入力電圧がある。この電圧を(b)図の如き波形に変換し、Fig. 11に示す $T_{r1} \cdot T_{r2}$ のベース入力とする。(b)図において、入力電圧aの区間では、Fig. 11における T_{r1} が完全導通となり、入力電圧bの区間では、同じくFig. 11における T_{r2} が完全導通となる。このような状態において、(c)図に示す如き幅の狭いパルスを $T_{r3} \cdot T_{r4}$ に入れてゲートを行えば、そ

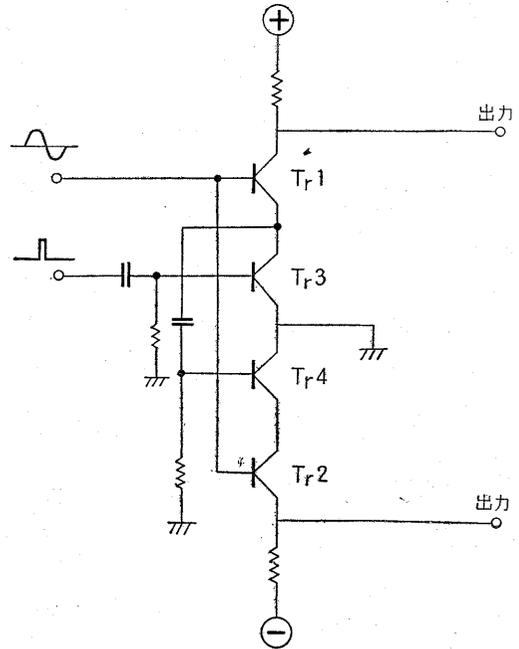


Fig. 11 AFC電圧検出回路図

の出力は(b)図に示す如きものとなる。これをさらに増幅して直流に変え、この電圧でAFCを行うわけである。かくの如く、AFC電圧検出のためにはロランパルスを(a)図の如く成形し、これと検出パルスとにより、検出パルスがaの部分にきた時、出力が \oplus 、bの部分にきた時、 \ominus の出力が得られるようにしてあるので、この時、(b)図に示す入力電圧を大きくすればする程、検出電圧の波形の変化域を急峻にすることができる。

3・4 ATC 回路

本方式ロラン受信機回路系の主目的はATC回路にあり、ASC・AGC・AFC回路はこの機能を充分に果たすための補助装置といつてもよい。ATC回路は従局パルスと比較パルスとにより移動パルスを作り、これにより比較パルスの位置と従局ロランパルスの位置のずれを補正しながら自動的に従局パルスを追尾するものである。Fig. 12は波形によつてその原理、Fig. 13はその回路系統図をそれぞれ示すもので、従局パルスの左半分と比較パルスが位置する際には比較パルスを右に移動させる如き出力を得、右半分の点に比較パルスが来れば、これを左に移動させる如き出力を得、このようにして丁度ロランパルスの中央に比較パルスが来れば、両者とも出力がなくなり移動を停止するので、これが常に受信点における主局に対する従局パルスの遅延量の変化に自動的に追従していることになる。この回路系統図がFig. 13において示すものであり、AFC回路において述べたと略々同じ差動型により動作させるものである。

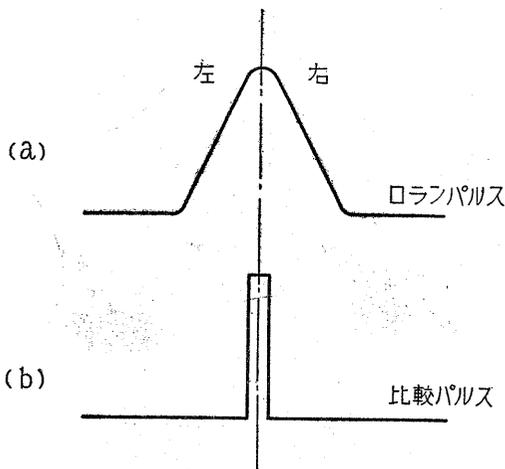


Fig. 12 自動追尾回路波形図

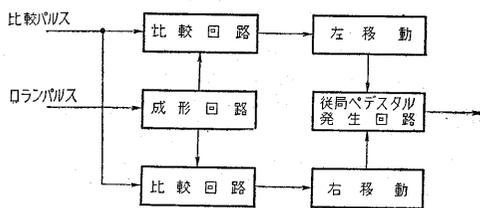


Fig. 13 ATC回路系統図

次に、この追尾回路の追尾速度を考えてみる。この回路では、比較パルスとローランパルスの位置のずれは、ローランパルスの繰り返し1c毎に $1\mu\text{s}$ づつの時間差を移動させ得るので、 20c/s で $20\mu\text{s}$ 、 25c/s で $25\mu\text{s}$ 、 $33\frac{1}{3}\text{c/s}$ で $33\frac{1}{3}\mu\text{s}$ までの追尾可能である。測定点の移動にともなう時間差の変化の割合 t_R はFig. 14においても見る如く、

$$t_R = v \cos \theta \cdot T_o \dots\dots\dots (3.4.1)$$

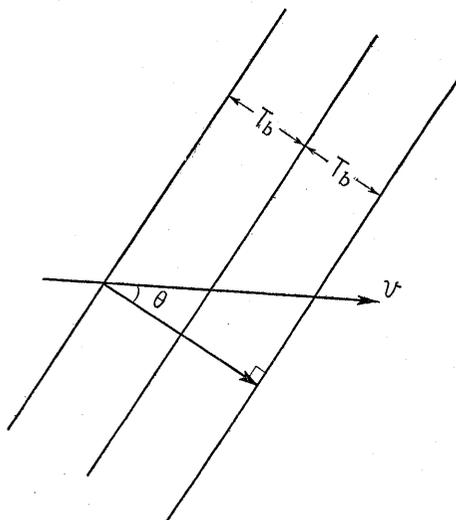


Fig. 14 時間差変化説明図

ここで、 T_o はローラン位置の線間の最短距離で、単位距離当りの時間差(μs)の変化量であり、その値は主局・従局を結ぶ線上において最も大きく、 150m 当り $1\mu\text{s}$ である。しかも、変化の割合は、前述の如く繰り返し 20c/s につき $20\mu\text{s}$ 追尾可能である。従つて、追尾できる速度は、 $20\text{c/s} \times 150\text{m} = 3000\text{m/s}$ 、すなはち、毎秒 3km の速度で移動するものにも追尾可能であるといえる。

4. 実 験

Fig. 15・16・17・18は本方式ローラン受信機を使用し、各操作状態における受信信号をCRT測定切換「3」において、 10sec 間隔でうつした写真である。受信信号は 2HO の空間波、受信点は東京都内である。

Fig. 15はAFCをON、AGC・ATCをOFFにした状態で、これを見てわかるように、信号の高さ・leading edgeともに相当に変動している。これは空間波を受信していることに起因する。従来のローラン受信機では、この波形を常にleading edgeが一致する如く、平衡・時間差微調・利得ボリュームを調整して時間差読みとりのために苦労したものである。

Fig. 16はAFC・ATCをON、AGCをOFFにした状態である。ATCをONにすればleading edgeはほとんど合致しているが、波形の高さが相当に変動している。この状態では、時間差の読みとりは時間差微調を行うことなく読めるが、波形の高さによつて時間差に誤差を含むので、常に主局・従局の波形が一定になる如く平衡調整を行わなければならない。

Fig. 17はAGC・AFCをON、ATCをOFFにした状態である。この写真でわかるように、信号の高さはAGCによつて一定の大きさに保っているが、受信波形が空間波であるためにleading edgeは一致していない。この状態では、波形の高さは自動的に合致させることができるので、平衡調整を行う必要はないが、leading edgeを常に重ね合わせる如く時間差微調を行わなければならない。

Fig. 18はAGC・AFC・ATCをONにした時の波形である。この写真で見ると、主局・従局ローランパルスのleading edge・波形の高さは常に一致し、刻々の時間差は自動的に表示されるようになる。これが本方式ローラン受信機の最終のかたちである。

以上の実験写真に示す如く、本方式ローラン受信機においては操作に要する手数を短縮できるのみならず、一度受信したローランパルスは単に時間差を表示するだけでなく、もし二つのセットを使用するならば、局選択のみの操作で、二対局のローラン時間差を刻々表示でき(あるいはLoran plotting boardの如きものに航跡を自動記録させて)、船舶の運航中、船位を常時決定することができ

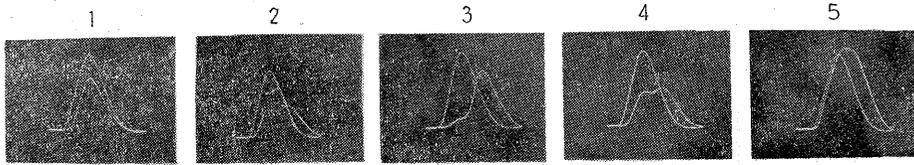


Fig. 15. AFCをON, AGC・ATCをOFFにした状態



Fig. 16. AFC・ATCをON, AGCをOFFにした状態



Fig. 17. AGC・AFCをON, ATCをOFFにした状態



Fig. 18. AGC・AFC・ATCをONにした状態

る。実際、海上にて二度（いずれも房総沖）行つた実験では、自動追尾に関し一応満足すべき結果を得た。願わくば、高速船（あるいは航空機）に装備して、実験を繰り返したいと思つている。

5. 結 言

このたび試作した自動追尾方式ロラン受信機とは、ASC・AGC・AFC・ATC等の回路系を持つことにより、ロラン信号は自動的にベデスタルの左端に停止し、直ちに自動的に波形を重合し、ロラン時間差を自動

的に計数表示するとともに、ロランパルスの局選別を行うだけで、測定点の移動にもなるロラン時間差の変化を連続自動的に追尾表示せしめるものであると述べた。また、そのため実験も行い、一応満足すべき結果を得た。

なお、完全なものに近づくことを期するため、

- (1) 主局・従局パルスの自動選別装置
- (2) AGC・AFC・ATCのノイズによる影響の分析
- (3) 1 μ s以下の読みとりの問題

等あり、近い機会に考究してみたいと思つている。

“Nissindyne”

NRR—201 A 型 波 受 信 機

日新電子工業株式会社

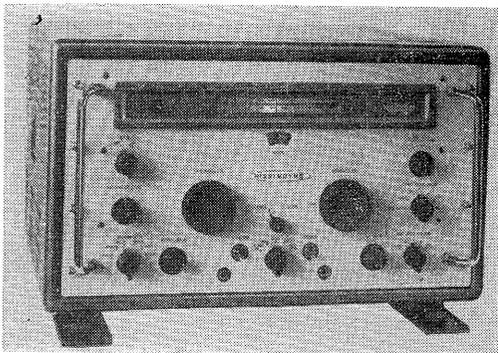
1. 緒 言

優れた方式による“通信用受信機”として当社に於いて“NRR—201A”型短波受信機を開発、完成しました。本機は次に述べます様に、従来の通信用受信機には

見られぬ、全く新しい方式と多くの優れた特徴を具えており、其の性能においても充分であり、其の効果は通信用業務の完全なる遂行と通信能率の向上に多大の寄与するものであることを確信致します。

- 1 本機は周波数帯域切換えに要する、スイッチ機構はな

- く、すべて“電子スイッチ式周波数切換方式”であります。従つて従来の受信機に於いて見られるスイッチ機構の故障等のトラブルは全然ありません。
- 2 本機の周波数読取精度は精密に1目盛1Kc/sで撰択受信することが出来ます。そして此の目盛ダイヤルは“フィルムスケール”による横行ダイヤル式で其の有効長さは約1.5米であり又周囲温度による伸縮はありません。
- 3 本機の安定度は良好であり、周囲条件の一定の状態にてはSW, ON後1~2時間にて其の変動は約±50c/s以内であります。
- 4 本機は其の他、撰択度にあつても通信操作に充分なる性能を有し、特に振動によるビート振れについては充分なる構造と部品配置により軽減されております。
- 又本機は其の特殊な周波数切換方式に基き、多くの濾波器を使用し、安定にして充分なる性能を発揮するものであります。
- パネルの受信操作部の部品配置についても充分なる考慮がなされ、合理的、且つ能率的に操作し得る設計がなされております。



2. 本機の性能は次の通りであります

- 1 受信周波数範囲 1~30Mc/s
(LF Converter 使用により, 10 Kc/s~30Mc/sとなる)
- 2 受信方式 22球トリプルスーパーヘテロダイ
ン方式

- 3 電波型式 A1, A2, A3
(SSB Adaptor 使用によりSSB 受信も可能である)
- 4 周波数切換方式 電子スイッチ式周波数切換方式
- 5 周波数表示方式 フィルムスケール横行ダイヤル方
式 周波数直読1目盛 1Kc/s
- 6 感 度 A1 2 μ V
A2 6 μ V
S/N 20dB
- 7 撰 択 度 -6dB -66dB
- | | | |
|---|---------|---------|
| 1 | 0.1Kc/s | 1.5Kc/s |
| 2 | 0.3 " | 2 " |
| 3 | 1.2 " | 8 " |
| 4 | 3.0 " | 15 " |
| 5 | 6.5 " | 20 " |
| 6 | 13.0 " | 28 " |
- 8 中間周波数 1st 40Mc/s±650Kc/s
2nd 3~2 Mc/s
3rd 100Kc/s
- 9 影 像 比 -60dB以上
- 10 安 定 度 1~2時間後に於いて ±50c/s 以
内 但し周囲条件一定とす。
- 11 出 力 600 Ω 1W
10k Ω 1W (歪率10%)
- 12 附 属 回 路 ・ANTENNA ATT
・AVC
・IF OUTPUT
・NL
・CALIB (100Kc/s毎及びBFO)
- 13 附 加 回 路 1 LF Converter (別附)
2 SSB Adaptor (")
(受信機後部にてケーブル接続)
- 14 電 源 AC 50~60c/s 1 ϕ
100V 110V 220V 約100W
- 15 寸 法 H 330mm (取付脚含む)
W 520 "
D 520 "
- 16 重 量 約 47kg

以 上

新しい全方向式レーダ反射器

(A New Type of Omni-Azimuthal Radio-Echo Enhancer, by J. Croney and W. D. Delany, The Microwave Journal, March 1963)

運輸省船舶技術研究所 木村小一抄訳

まえがき

普通、小形船や浮標などの上にレーダ反射器として使用するコーナ反射器の組み合わせは、ある点では不満足な装置である。静かな日における指向特性の悪い方位からのレーダ接近は探知距離を増大しないので、安全に対する誤まつた考えをもつことになる。このような欠点のない全方向式レーダ反射器や赤道のまわりに反射リボンを巻きつけたルーネベルグレンズは進んだこの種の装置の例である。この論文は反射器として働き、進歩した屈折媒体を使つて重量、価格、複雑さをなくしたルーネベルグレンズ類似の反射器についてのべたものである。

説明

1952年の始に米国で B. J. Bittner によつて鳥籠形アンテナ (Bird Cage Antenna) が提案された。これは水平に対し 45° の均一な間隔の平行線によつて形成された反射面をもつた回転開面であつて、この形のアンテナは "Helisphere" とも呼ばれている。

鳥籠の中心にいる観測者は外を見ると全周囲に 45° の平行な針金を見るが、外にいて籠を見通す観測者は前面に 45° の針金と、裏面に射影角 -45° の針金を見る。もし、 -45° の偏波の平面波が前の面に入つたなら、電波は線の網目を通つて損失なく裏面に達し (もし線の間隔を適当に選べば) それは回転面の半径の約半分のところに焦点をむすぶであろう。

始めの提案では偏波面が 45° のホーンをこの点におき、垂直軸を中心に焦点の軌跡を回転させることによつて、ビームを鳥籠の内面で損失なしに平行にして通過させ、また鳥籠面はレードームとなり、ビームを 360° にわたつて連続的に回転できた。この論文は同じ原理の軽い反射器でホーンの走引する円の軌跡にルーネベルグレンズの反射器の外接リングと同様の連続リングを置いたものについて述べてある。Fig. 1 は装置の形状を示すために上部 4 分の 1 を切りとつた、このような反射器の写真である。

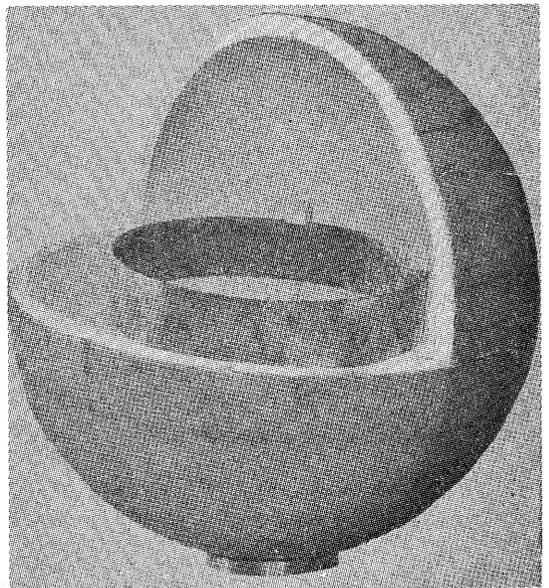


Fig. 1 構造を示すために 4 分の 1 の殻を除いた反射器

上記の原理を使つたアンテナや反射器に関連したいくつかの困難さがある。第1に球の変形が水平、垂直両面 (垂直面が回転放物面のときは水平面) にあると焦点面の開きが増大し、位相の合わなくなる効果が重大なものとなる。実際にはこの種の装置はその投影面積の約25%の有効面積をもっている。第2は 45° の偏波をもつように設計されたレーダがほとんどないことで、受動的な反射器として使用したときには、水平または垂直偏波のレーダについては 6 db の偏波損失を受けなければならない。しかし乍ら平行式の反射器ではエコー面積は

$$\rho = \frac{4\pi A_e^2}{\lambda^2}$$

で与えられる。ここで A_e は有効開口面積、 λ は波長である。この式から

$$\rho \propto D^4$$

となり、 D は円の直径で偏波損失をうめあわせるためには直径を 40% 増加すればよいことは明らかである。元

来、この反射器は重量は小さく、 D^2 に従って増加し、 D^3 には従わないのでレンズ式の装置よりも有利である。

この型の反射器の一層の特長は(45°の線の格子による非対称性に起因するもので)エコー面積を円偏波でも、水平または垂直の何れの偏波でも同様に保つていて、すなわち、45°偏波にするための各々6db低下があるだけである。この点に関してはコーナ反射器やルーネベルグレンズ反射器が、円偏波レーダでは、対称的な反射器が入射円偏波を反対方向の円偏波として反射するために有効でないのと対称的である。

反射面の幾何学 (略)

試験結果

S. W. G. 41番のニクロム線の1/16インチ離れた45°の線のメッシュをガラス繊維に織込んで作った直径2フィートの球が数個製作された。これは、線の格子に直角な入射偏波をもつた3.2cmの電波を約98%伝送する。

エコー面積とその指向性を測定する装置には波長の6倍の正方形の開口部をもつた送受別々のホーンを使つた小電力CWレーダが含まれており、標準の押ボタン式減衰器が、標準のエコー面積(11.2m²のコーナ反射器)の比較測定で受信出力を一定に保つために使用された。外周条件は自由空間で反射器はホーンから60フィートの回転台上に置き、背景よりの反射レベルは約1/100m²である。

水平方向の指向特性の測定値はFig. 2に2フィートの

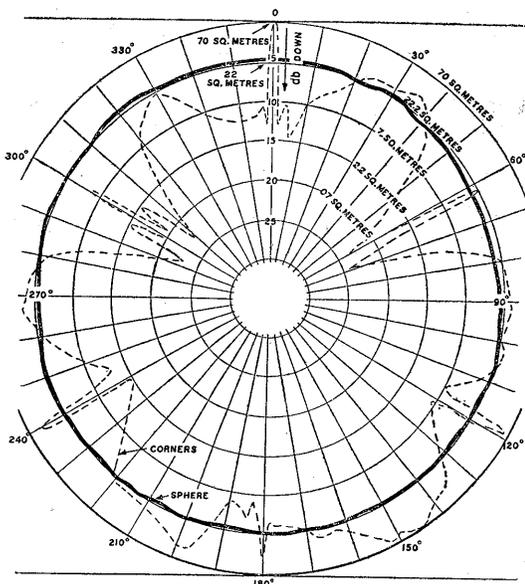


Fig. 2 実線は径2フィートの反射球の方位パターン測定値0点線は8ヶ組み合わせ形コーナ反射器のものを比較に示す(波長3.2cm)

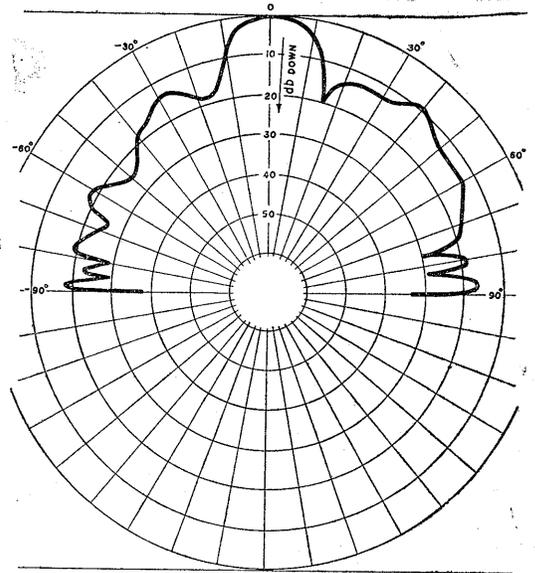


Fig. 3 径2フィートの反射球の縦方向の極座標のパターン測定値

球に内接する8個のコーナ反射器の組み合わせと併せてプロットされており、水平偏波に対する最大エコー面積は22m²である。中の反射リングの深さを3インチにしたときの垂直指向をFig. 3に示す。反射リングの最適直径は14インチであることがわかった。径が13¾インチから14½インチの範囲では0.5db以上の変化はないが12インチのリングではエコー面積が½になる。

円偏波を使つたときのエコー面積を測定するために巾が半波長で対角線に平行に間隔をおいて並べた金属板を含む厚さ1インチの発泡ポリスチレン板をホーンの開口部にはめ込むようにし、送受何れかのこの半波長板を90°回転することによつて何れの向きの円偏波にも使用できるようにした。標準のコーナ反射器(エコー面積11.2m²)を送受ホーンに同じ向きに半波長板を入れて、送受同じ向きの円偏波にして測定すると0.1m²のエコー面積を与えているにすぎないが、受信ホーンの半波長板のみを90°回転し、受信円偏波の方向を逆にすると11.0m²のエコー面積が測定され、対称的な物標が理論通りの円偏波の反射を与えていることがわかる。同じ円偏波を使う測定を球状反射器について行なうと、非対称の物標に対し予想されるように受信ホーンの円偏波を何れの向きにしてもほとんど同じ強さの反射信号が確認される。送受信の円偏波を同じ向きにしたときのエコー面積の測定値は水平偏波のときとほぼ同じ18m²であつた。

構造

この反射器の設計組立のための要求は、

- (a) 風圧と衝撃による横圧に対する強度
- (b) 軽量
- (c) 球の形の精度
- (d) 線の並べ方の精度
- (e) 最小の誘電体損失
- (f) マイクロ波に対する最小の内部妨害
- (g) 耐候性
- (h) 安価である。

反射器はつぎのものから構成されている。

- (a) その中に線を含んだ外設補強用の薄いガラス繊維
- (b) 外殻に凹凸を与えないための厚さ1インチの内側の発泡ポリスチレン殻
- (c) 内部の反射板
- (d) 固定ベース状の台皿

このレーダ反射器を作るには2つの方法が試みられている。

第1の方法は丈夫なガラス繊維によつて補強された中空の半球をモールドで作り、7つの緯度方向のバンドを選んで、張つたときに45°の投影(常に $>45^\circ$)が得られるように切断した。線入りガラス繊維布を張りつける方法で [Fig 4 (a)], この布には耐候性のよい冷間加工ポリ

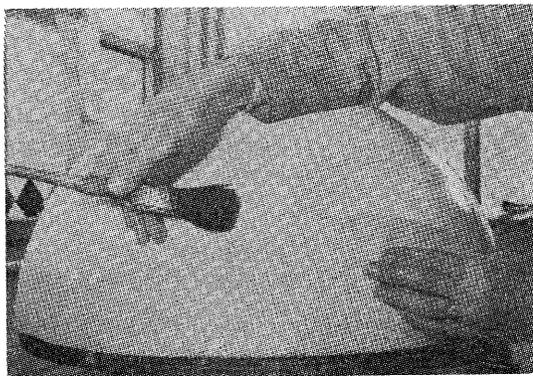


Fig. 4(a) 球上モールドへの線入りガラスの貼り付け

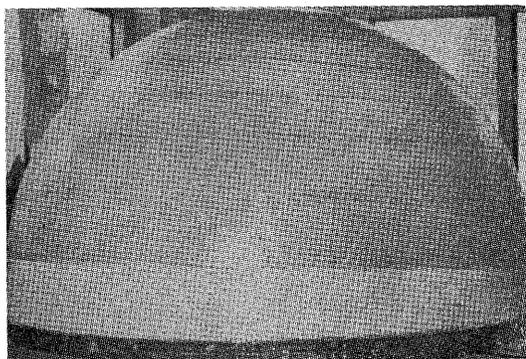


Fig. 4(b) 空気圧でガラス繊維モールドを取り出したところ

スチレンが含ませてある。なお、その上に厚さ0.005インチのガラス繊維布3枚を手で張りつける。発泡ポリスチレン殻は厚さ1インチで、密度は1/2ポンド/立方フィートである。内部反射板は巾3インチ、径14インチで薄いガラス繊維のモールドで、外面が電気メッキ銅によつて金属化されており、Fig. 1のような方法で取付けてある。

第2の製造は第1の方法で最も困難なバンドの端相互の手際のよい突き合わせおよびガラス布の連続層によつ

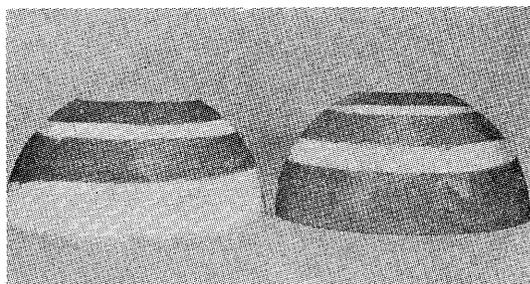


Fig. 5(a) ポリスチレン球への線入りガラス布のバンドの交互の貼り付け

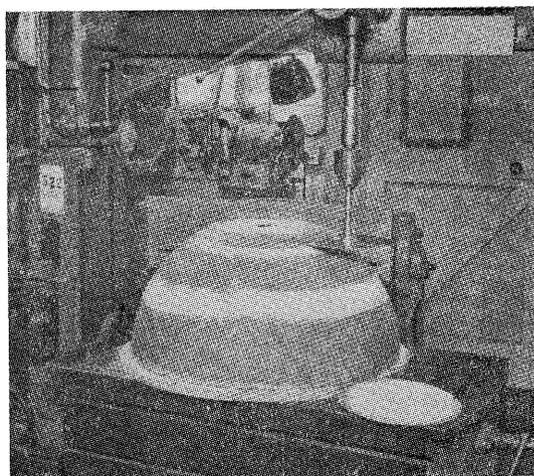


Fig. 5(b) ポリスチレン殻から帯状の切りとり

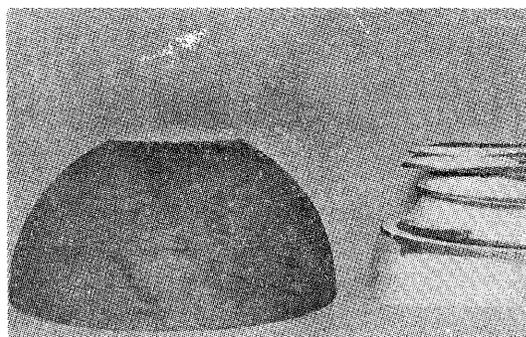


Fig. 5(c) 半球に組み立てたもの

て線入布が移動することが除かれている。この方法は各半球について径の等しい発泡ポリスチレン殻2個をつくり、各々に必要値よりも1インチ巾広い線入布を1殺おきに交互に冷間加工エポキシ樹脂で取付け [Fig. 5(a)], これを Fig. 5 (b) のように切断し冷間加工エポキシ樹脂で組み立てる方法 [Fig. 5(c)], である。

Fig. 6 は第1の方法で作られ、英国ポーツマス港の近くにとりつけられ、耐候試験1か月後の球を示す。

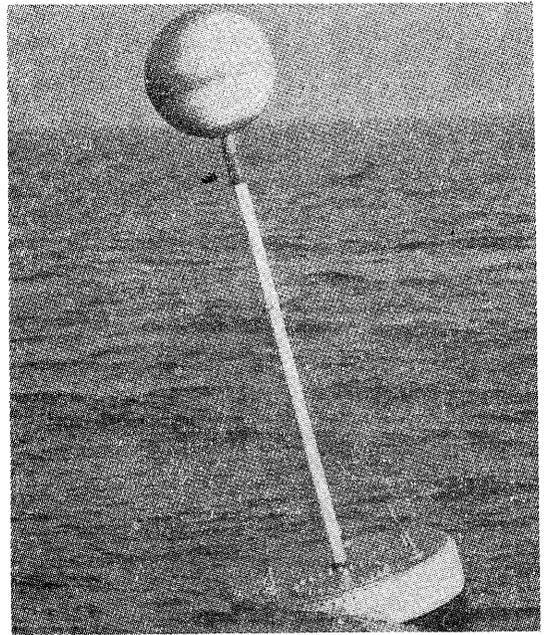


Fig. 6 耐候性試験中のブイ上の球状反射器

定在波条件で使用するDME

A DME Based on Standing Wave Conditions

By Herrbert R. Wright

IEEE Transactions on Aerospace and Navigational Electronics 1963年3月号より

電気通信大学 鈴木 務 抄訳

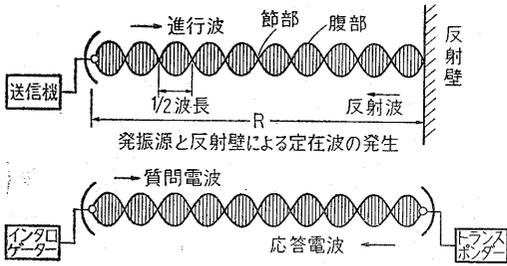
概要

電波の往復時間を測定して離距を求めるDMEは既に一般に知られており実用に供されている。本論はインタロゲーターとトランスポンダーの間を往復する電波において両者間の距離と波長との間に定在波が生ずるとき状態にして測距を行う装置の理論的な紹介が行なわれている。この方式のDMEは往復時間を測定する方式に比較して電力が少なくてすみ然も高精度の距離分解能を有する。本論中には定在波DMEの方式や特にFM変調波によるDMEの理論、必要とする電力の検討、使用する発

振器に要求される周波数安定度などについて理論的検討をしている。

序論

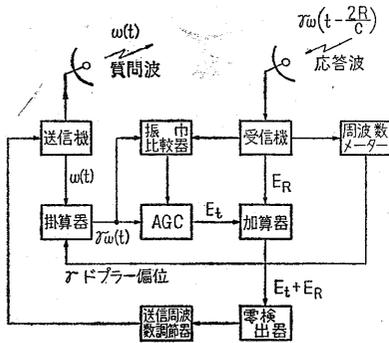
発振源から発射された電波が金属の壁にぶつかると、そこで反射されて再び発振源に戻ってくる。発振源と反射壁との間の距離が $\frac{1}{2}$ 波長の整数倍になっているとき進行波と反射波が互に干渉して空間に定在波が発生することは既によく知られている。この発振源をDMEのインタロゲーターとして反射壁をトランスポンダーに置換えたのが定在波DMEである。第1図にそれらの関係を



定在波DMEによる定在波の発生

第1図

判りやすく画いてみた。トランスポンダの位置では入射波の位相を丁度反転して再び送り返すので常に節部となる。インタローゲータの周波数を変化させ常に入射波と反射波の和が零となる如くすればこの時の波長と距離の間に $\frac{1}{2}$ 波長の整数倍なる関係を得るのでその時の波長既ち周波数から距離が求まる。この時の整数 n には周波数を更に変化させて再び零条件となつたときの隣接周波数から求められる。定在波の存在を示した実験は既に1890年に O. Winer により行なわれている。定在波DMEの考えは単光色による干渉計と類似している。定在波DMEを使用する場合にトランスポンダとの間に相対運動があるとドブラー効果のため入射波と反射波の周波数にずれが生じて定在波状態が作れなくなる。第2回はこ



第2図 瞬時距離を追跡する定在波DME (無変調の場合)

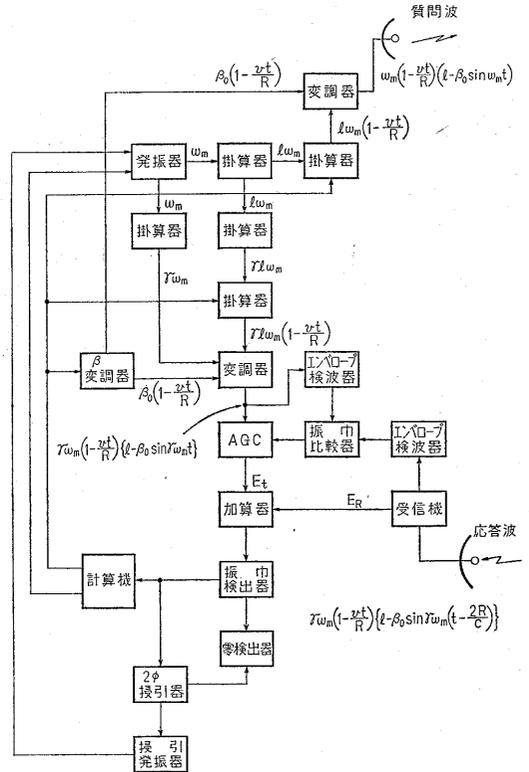
の欠陥を除いた定在波DMEのブロック図である。送信機から $\cos \omega t$ の電波を放射するとトランスポンダから戻つて来た受信出力は $\cos \gamma \omega (t - \frac{2R}{C})$ の信号となる。(振巾は今は考へぬことにする) ここで γ はドブラー偏位係数、 C は電波の伝はん速度、 R は求める距離である。送信機からの基準位相信号 E_t のレベルを受信信号 E_R と一致させてから両者を加え合せその出力が常に零となるまで送信周波数を変化させると

$$E_t + E_R = 2 \cos \left[\gamma \omega \left(t - \frac{R}{C} \right) \right] \cos \left[\gamma \omega \frac{R}{C} \right] \text{ より}$$

$$E_t + E_R = 0 \text{ となるためには } \gamma \omega \frac{R}{C} = (2n+1) \frac{\pi}{2}$$

但し n は整数、 $\gamma = \frac{1-v/C}{1+v/C}$ 、 v は相対速度、 γ はドブラー偏位係数、となり R と ω 即ち距離と周波数との間に定在波条件がなり立つときのみ零出力が得られるのでこのときの周波数の測定から R が求められる。相対速度が非常に大きな場合にはデータを得るに要した時間 $\frac{R}{C}$ 後の距離を予測して算出する必要があり計算機を利用して行うことが出来る。この様にすると非常に長い時間信号を積分して信号の存否を判定する方式も利用できるので宇宙航行を行うときのごとき微弱な電波によるDMEも可能となる。距離の精度は波長と関連がある。短い距離には光学的な波長を利用できる。変調波を利用したDMEの方が変調波の周波数を安定化し得るのでより有利となる。

周波数変調により瞬時距離測定を行う定在波DME変調波を利用した場合は変調波も搬送波も同時に定在波条件を満たす必要がある故搬送波は変調波の l 倍の高調波とする必要がある。第3図にFM変調を用いた定在波DMEのブロック図を示す。トランスポンダから得ら



第3図 FM変調方式による定在波DME

れる受信信号 E_R は

$$E_R = -\cos \left\{ l \gamma \omega_m \left(t - \frac{2R}{C} \right) + \beta_1 \cos \gamma \omega_m \left(t - \frac{2R}{C} \right) \right\}$$

となり送信周波数から作つた基準位相電圧 E_t は
 $E_t = \text{Cos}(\gamma\omega_m t + \beta_0 \text{Cos} \gamma\omega_m t)$ として両者の和は

$$E_R + E_t = -2 \sin\left\{\gamma\omega_m\left(t - \frac{R}{C}\right) + \beta_0 \text{Cos} \gamma\omega_m\left(t - \frac{R}{C}\right)\right\} \\ \text{Cos}(\gamma\omega_0 R_0/C) \\ \times \sin\left\{\gamma\omega_0 R_0/C - \beta_0 \sin \gamma\omega_m\left(t - \frac{R}{C}\right)\right\} \\ \sin(\gamma\omega_0 R_0/C)$$

となるので $E_R + E_t = 0$ の条件は

$$\left. \begin{aligned} \gamma\omega_m &= nC\pi/R \\ \omega_m &= \omega_0 R_0/R \end{aligned} \right\} \text{の場合だけである。}$$

但、 ω_0 は時間零のときの角速度、 R は $\frac{R_0}{C}$ 秒後における距離である。

即ち上式に示すごとく距離と角速度即ち周波数との間に一定の関係があるときのみ零出力が得られ、この時は定在波条件となつている訳である。整数 n は前と同様に隣接周波数による零点を検出して算出する。

必要電力についての考察

Brillouin が 1956 年に干渉波型測距離装置において必要とする最小電力値は

$$P = kTn \log_e \gamma$$

となることを証明している。 k : ボルツマン定数、 T : 絶対温度、 γ : $\frac{1}{\gamma}$ が高調波測定の確率、 n : 整数である。本論のごとく物標が移動する場合には測定時間に制限があり $C/2vf$ 秒以内でなければならぬため最小電力は

$$P_n = 4kTv\gamma(f/C)^2 \log_e(2\gamma Rf/C)$$

となりやや大きくなる。

一方電波の往復時間から測距する場合に距離分解能を定在波型と等しいとするとやはり Brillouin の理論から

$$P' = 4kTfv/C \log_e(2\gamma fR/C)$$

となり $P_n/P' = fR/C$ となり 1 より大きな値となるので定在波型の方が不利のごとく見える。然し定在波型の考

察の場合には物標の移動速度による測定時間の制限と受信エネルギーの損失分が含まれているからであつて比較に適するごとく定在波 DME の使用法を予めドプラー偏位だけづらせて測定する方法をとれば必要電力は

$$P' = 6kTfv/C \log_e \gamma$$

$$\text{となり } P'/P' = \frac{2}{3} [1 + \log_e(2fR/C) + \log_e \gamma]$$

となる。この結果を評価する例として、地球と月との間を 40 km の距離分解能で測定しようとする場合には $P'/P' = 2$ となり定在波型 DME の方が往復時間を測定する DME よりも半分の電力でよい事が判る。

発振周波数の安定性についての考察

インタロゲーターとトランスポンダーの発振周波数変動は直接測距誤差となつてくる故極めて重要である。然しインタロゲーター電波を有限の時間だけ質問してトランスpondされた受信周波数に基準周波数がコヒーレントする様に調節すれば発振器の周波数変動に対しての考慮が容易となる。電波の往復時間 $\frac{2R}{C}$ 秒より長い時間間隔でインタロゲートすればよい。インタロゲータ電波の継続時間 $\phi \delta t$ とその中に含まれる周波数帯 ϕ との間にはハイゼンベルグの不確定性原理から $\delta t \cdot \delta f > 1$ の関係がある。 δt は $\frac{2R}{C}$ 秒より小さく必要がある故 $\delta f > \frac{C}{2R}$ なる関係が得られる。即ち周波数帯幅 δf より小さな周波数変動なら許容できるので最大許容周波数変動量 δf_m は

$$\delta f_m = \frac{C}{2R}$$

と考えてよい。この値は事実上周波数変動の影響を考慮しなくてもよいことを示している。 $\frac{C}{2R}$ の値は隣接周波数における零点との最小の周波数間隔ともなつている。

The marine radar photoplot system

S. R. Parsons

The Journal of the Institute of Navigation, Vol. 15, No. 3, (1962)

東京水産大学 鈴木 裕抄 訳

この論文ではレーダを衝突防止に利用する場合、各指示方式の得失を述べ、新しいフォトプロット装置を紹介している。

相対指示方式：衝突形勢の判定には便利であるが、他船の真針路と速力はプロットしなければ得られない。

トルーモーション指示方式：自船の速力ベクトルを導

入したこの指示方式では、相対的な情報はプロットによつてのみ得られる。

そして更にブラウン管の表面は、日中、覆が必要であるから、直接この上にプロットするには不適当である。船舶用レーダによつて衝突の危険なく船舶を安全に航行させようとするならば、レーダで得られるあらゆる情報を活用できるプロット装置が必要である。という理由で

ケルビンヒューズ・フォトプロット装置を紹介している。

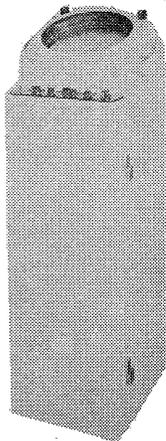
この装置はレーダ指示器の映像を間接的に撮影し、即座に現像し、ただちに別の大型指示器に鮮明に投影するものである。これらの操作はすべて自動的に行なわれる。フィルムに対して露光、現像、投影の行なわれる3個の開口部があつて、フィルムはこの上を通過するとき処理され一定時間後に一コマ急速に移動する。フィルムは幅16ミリ、長さ400フィートのものが使用され、移動は3 $\frac{1}{2}$ 、7、14、28、56秒のうちいずれかの時間ごとに行なわれ $\frac{1}{25}$ 秒でおおる。現象は現像液の噴霧によつて行なわれる。撮影には特にブラウン管の彎曲面を補正して平面上に投影するために、3 $\frac{1}{2}$ インチ径の小型のブラウン管が使用されている。投影には1キロワットのク

セノンアーク灯とレンズ群が使用され、投影面は直径24インチの大型スクリーンで鉛筆で記入できるようになつており、日中でも明瞭に見ることができるようになつている。夜間は映像のネガ・ポジの反転装置が利用される。このほか、フィルム送り装置に付属したスイッチによつて投影される映像を例えば6分に1回づつ写し出すこともできる。すなわち自動では前記5段階の週期、手動では任意の週期でもつてレーダの映像がプロット平板上に投影されるわけである。

この装置の使用によつて大型のプロット平板上にコントラストの高いレーダ映像が一定時間間隔で写し出され、その上で日中、夜間の別なくプロットできるようになるので、レーダの補助装置として有効であろう。と結んでいる。

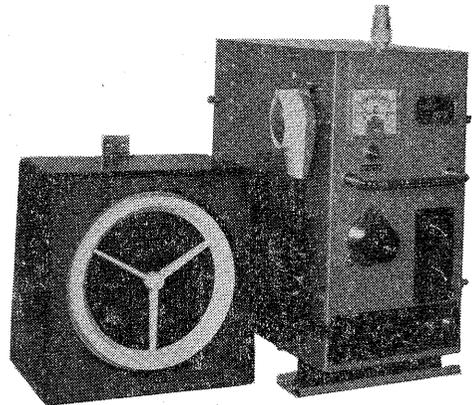
航行安全への水先案内

すぐれた性能、取扱容易！
マリンレーダー



NRA-101型

小型で最大の偉力！
27MC帯DSB 1W送受信機



NRT-313型

営業品目 ▶ 送信機、受信機、レーダー、SSB送受信機、ラジオバイ



日新電子工業株式会社

本社・工場 東京都杉並区天沼1の10
電話(398) 9136~9・9130・1872番
営業所 新橋・横須賀・大阪

ジヤイロトロンと蠅

庄 司 和 民

訳 東京商船大学

飯 島 幸 人

The Gyrotron and The Fly

A. M. Hardie.

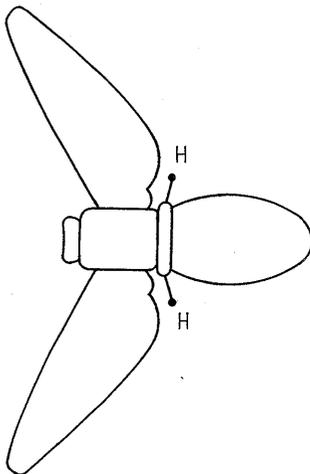
(Research applied in industry Vol. 15. No. 12, 1962)

§ ま え が き

ジヤイロトロンは、回転の角速度を測る新しい形の器械であつて、蠅の飛行方法を観察した結果考えられたものといわれている。米国のスペリー社では数年前から研究を進めているが、まだ一般に使用されるような装置にはなっていない。ジヤイロトロンの特長は回転部分がないのでジヤイロのようにベアリングの摩擦によつて生じる誤差がないことである。

もしこのジヤイロトロンが成功すれば、航海計器として今までのジヤイロに取つて代わるかも知れないと言える。

この論文ではジヤイロトロンの原理とその構造について簡単に述べる。輝やかな人類の科学の栄光の中にあつて、未来の宇宙旅行の正確さと安全さが蠅の観察によつてその道が開けたことについては心から反省する必要があるようである。



H: 平均こゝん
Halteres

第1図 昆虫の平均こゝん

1948年のJ. W. S. Pringle氏による論文には、家蠅(bow fly, hover fly)のような2枚の羽の短かい胴の昆虫類である双翅類についての飛行制御機構の詳細な研究があつた。これ等の昆虫は蚊や蚊とんぼなどのような低級な昆虫類に比べると飛行制御について非常な能力を持っている。後者は飛行するには安定の上からはよいが、速い回転や降下には邪魔になるような長い胴を持っている。一方比較的腹部の短い前者は、高度に安定で羽が非常に動かしやすい。何故であろうか。この答は羽根の直後に体から文字通り突き出している平均こゝんと呼ばれる、一寸気の付かない2本の器官の作用である。

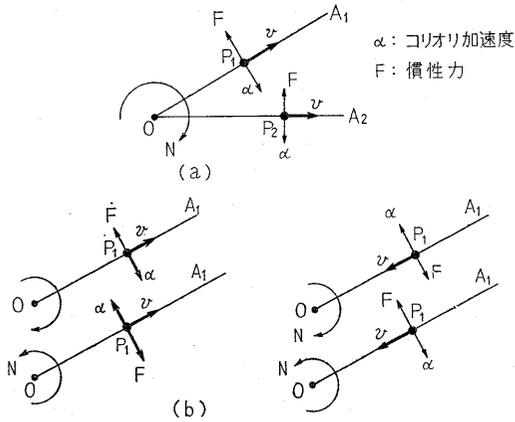
(第1図)

ピッチやロールの不安定は羽ばたきの角度の変化によつて修正されると考えられるが、平均こゝんを取つた蠅はヨーに於て不安定な飛行機の性質を示し、航空工学者が螺旋的不安定と呼ぶ現象を起し、蠅はくるくると回することは重要な意味がある。平均こゝんは棍棒状の先端を持つ短い融角に似ている。そして150°の角度で垂直面内で動くことが出来るように根本の部分で曲つており、150 c/sの周波数で連続的に体で動かされる。蠅が垂直軸周りの回転を無理に行うときは平均こゝんの先端のふくらんだ部分にある力が加わる。この力は平均こゝんの根本にある感覚器官に伝えられ適当な修正運動をするように蠅に教えるのである。

§ 平均こゝんの動作

平均こゝんの作用を第2図によつて説明しよう。

これはある小物体が定速で OA_1 に沿つて運動し、同時に中心Oの周りに毎秒N回の回転運動をしていることを示している。少したつとその物体は P_1 から P_2 に移動し、その速度 v は変わらないが瞬間方向は OA_2 に沿つている。更に OP_2 は OP_1 より大きいので、回転による接線速度は P_1 におけるよりも P_2 における方が大きい。接線速度の増加と速度方向の変化を説明するのに接線加速度が考えられ、速度 v と回転速度Nとの積に比例

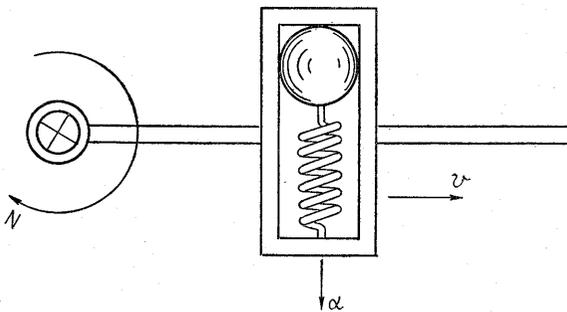


第2図 コリオリの加速度と慣性力

するもので、これはコリオリの加速度と呼ばれるものである。

第2図(b)に示すように、 v または N の逆転は加速度の方向を変え、 v 、 N の両者の逆転は加速度の方向を変えない。

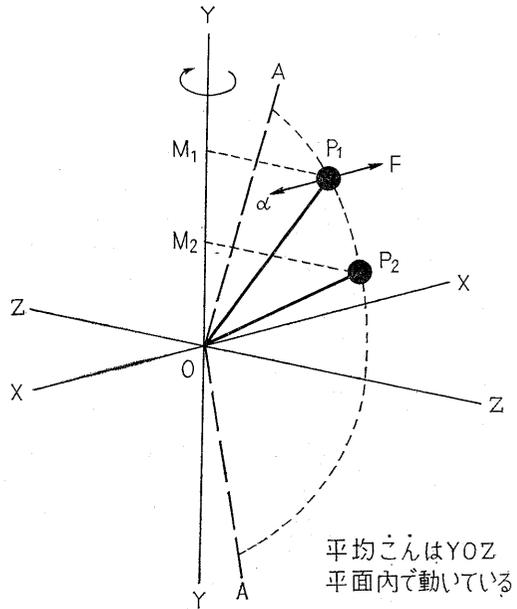
物体は OA_1 に垂直な方向に加速されているので、慣性は反対方向に働く。これは第2図(b)に F で示されている。物体は後方に取り残される。この様子を第3図に示



第3図 コリオリの加速度によって起る慣性力

している。すなわち、スプリングに取付けられた鋼球を入れた容器は、図に示される方向に回転棒に沿つての速さで動くとするれば、球は回転方向と反対の側に移動することが分る。

平均こんの場合にもどつて、その運動の一つを第4図を参照しながら考えて見ることにすると、もし平均こんが弧 AA を画いて振動している時、昆虫が垂直軸 YY の回りに時計回りの回転をしたとすれば、平均こんの先端は P_1 、 P_2 の位置で表わすことが出来る。ここで YY を上から見て第2図の中心 O に置き代えると第4図と第2図は同様のものとなり、 P_1 は YY から P_1M_1 の距離にあり、 P_2 は P_2M_2 の距離にある。そして平均こんが XOZ 平面より上にあつて水平面に近づいて行く場合は、



第4図 平均こんの特性

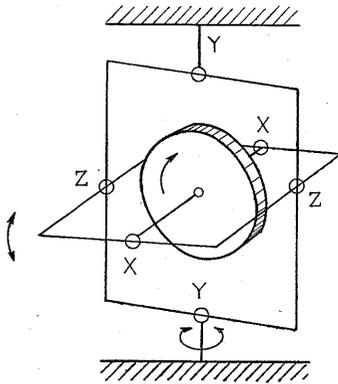
P_1M_1 より P_2M_2 が段々大きくなつて、前述のコリオリの加速度が第4図のように働かし、慣性力はその反対方向に生じる。平均こんが XOZ 平面の下に行くと YY からの距離は減少するから速度 v の方向は逆に YY に近づく方向になる。これはコリオリの加速度の方向を逆にし、慣性力にも同様の変化を与えることは明らかである。平均こんが上から下までの運動を周期的に行うとすれば、その2倍の周波数で交互に増減する v と F が得られる。

昆虫は平均こんのつけ根にある器官で、この慣性力の方向と大きさを感じているのである。

§ ジャイロトロン

1954年 Nature 誌にスペリージャイロ会社の技師が昆虫の飛行制御の観察にもとづく新しい航法計器の開発を進めていると発表し、ジャイロトロンと呼ばれるその新計器は、従来のジャイロよりずっと長い期間安定であることがたしかめられたことを発表した。慣性航法用ジャイロの不完全さは摩擦の結果であつて、例え現在の技術が可能限り非平に小さくしても完全とはなり得ないのである。

以上のことを簡単な例で説明して見ることにする。第5図に XX 、 YY 、 ZZ の3軸に対して自由であつて、 YY 軸が機体に取付けられているジャイロを示した。このジャイロの角運動量は XX 軸周りにある。 YY 軸や ZZ 軸は機体が空間的に姿勢を変えようとするれば、 XX 軸はジャイロで管制されているから夫々の軸で回ろうとする。もしベアリングに摩擦があれば YY 軸の周りに機体



第5図 フリージャイロ

が回る時は、外側のジンバルはその方向に引きづられ、ジャイロにコリオリの力が働いて、Z Z軸周りにジンバルの回転（プレセツション）が生じる。同様にZ Z軸周りに回転しようとする時にベアリングに摩擦があれば、Y Y軸周りのプレセツションを生じる。よく設計されたジャイロではこの種のプレセツションは非常に遅いので、非常に高価な附属装置によつてのみ修正されるような蓄積的な誤差となる。

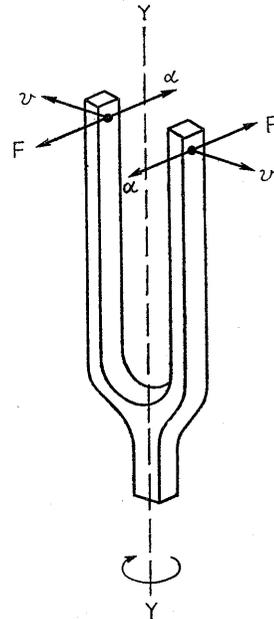
ジイロトロン動作はコリオリの力によつてのことだけは普通のジャイロと唯一の類似点であるが、摩擦部分を持つベアリングはなく高速度回転のジャイロの代りに振動する音叉を持つている。またジャイロトロンは直接慣性空間の基準値（真北方向）を得るものではないが、機体の回転角速度を測定するものである。角速度が解れば電子的方法によつて角度が計算され、その軌道に必要な修正を行うことが出来るということは容易に理解されるであろう。ジャイロトロンは1軸の周りの回転に感ずるので、3軸が直交するような3つのジャイロトロンを使用すれば、機体の空間の瞬時位置がたしかめられる。

§ 平均こんの作用に似たジイロトロンの原理

昆虫の平均こんの作用とジイロトロンの原理との相似性は第6図から理解されると思う。

この図は振動している単一の音叉を示し、これが垂直軸Y Yの周りにV r. p. m.の角速度で回転していることを示している。さしあたり、音叉の振動の振巾は一定で、音叉の動きは単一の周波数で同一平面内で振動し、音叉の両足はY Y軸より見て同時にはなれたり近づいたりしているものと仮定しよう。

両足がその平均位置から外方に速力 v で動いているとすれば、コリオリの加速度は第6図に示すように大きさ



第6図 Y軸周りに回転する音叉のコリオリの力

は等しくて方向が逆である。足の質量による慣性力 F はその反対向きである。しかし足は十分に丈夫で後方に偏位しないとすれば、これら2つの慣性力 F は音叉のY Y軸周りのねじり偶力となつている。もし足が内方に動く時は慣性力は上述と向きは反対で、ねじり偶力も反対となる。足の振動の極限では速力0となるので、ねじり偶力はなくなる。

慣性力 F すなわちねじり偶力はこのようにして、音叉の運動周期と同じ周期で変化する。

音叉のY Y軸周りの回転方向の違いはねじり偶力の向きを変える。しかしその偶力の大きさは回転角速度に比例しているから、同じ回転角速度に対しては大きさは同じである。その偶力はゆつくりした回転では非常に小さいので、Y Y軸まわりに起る音叉のねじり振動を有効に測定する前に増巾してやる必要がある。スペリー会社の技師はこの増巾を音叉それ自身を垂直の棒の上のせて全装置がY Y軸のまわりのねじれに共鳴するように装備することで達成した。

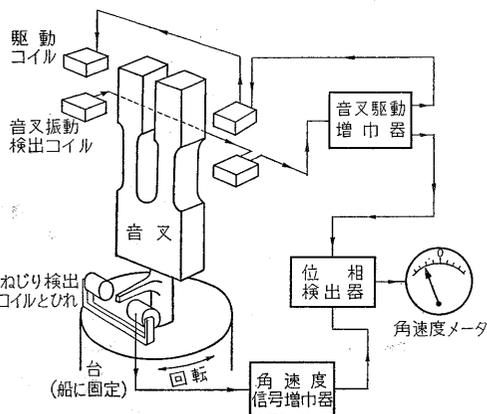
ねじり偶力で生じる音叉の振動的動きの動的高増巾は自然に達成され、この動きの振巾はなお音叉回転の角速度に比例していることを失なわない。この同調技術によつて得られるもう1つの利益は、測定に誤差を与えるかも知れないようなスプリアス振動と高調波の成分をより分けることを可能にする点である。しかし乍ら共振による動的高増巾は過渡特性を悪くする。すなわち作動状態の変化に対応するために少し時間がかかることにな

り、このことは突然の回転速度の変化に直ちに追従する能力がおちることを意味している。だから、この方面の特性を改善するために、多少感度をおとす結果になりかねないけれども、ねじり振動の減衰に粘性抵抗を利用する方法を用いるのが普通である。

§ 角速度の測定方法

今やねじり振動の振巾を測定すれば回転の角速度が分かることが理解されたことと思う。すなわちねじり振動の振巾は音叉の振動数と回転の角速度との積に比例するから、音叉の振動数が正確に分っているならば回転の角速度が測定出来るので、分っている角速度で較正すれば容易に測定出来ることになる。

第7図は音叉装置と、音叉の振動を持続するための附属装置、およびY軸周りのねじり振動から得られた情報を処理するための装置を示すブロック図である。我々は音叉を装備した乗物の旋回方向と角速度を示す簡単なメータが欲しい。附属装置は平均こんの根元にある感覚器官に類似したものと考えられるだろう。音叉は電磁的に駆動されて振動を持続し、鉄芯に捲かれた小さいピツクアップコイルが足にごく接近して置かれ、そのコイルの捲線を直結して、真空管またはトランジスタの電子的増巾器の入力とする。



第7図 ジャイロトロン構成

音叉に衝撃を与えると、その固有振動をはじめ、この周波数での足の運動速度に比例した大きさの電圧を一組のコイルに発生する。その増巾器の出力は第7図のように駆動コイルに加わって、足の振動の持続に丁度合った位相で足を電磁的に引っぱるのである。そして定常振動状態にすぐなつて、もう述べる必要もない標準形のフィードバック技術によつて、足の振動の振巾を完全に一定に保つ。垂直のねじれ部に固定された鉄のひれは、ねじれのピツクアップコイルの間で振動する。このピツクアップコイルは装置の重くて安定な台上にしっかりとせ

られている。ねじれ振動はひれの移動速度に比例する交番電圧として得られ、その大きさはねじれ振動の振巾に比例している。またこれは前述のとおり旋回の角速度に比例している。

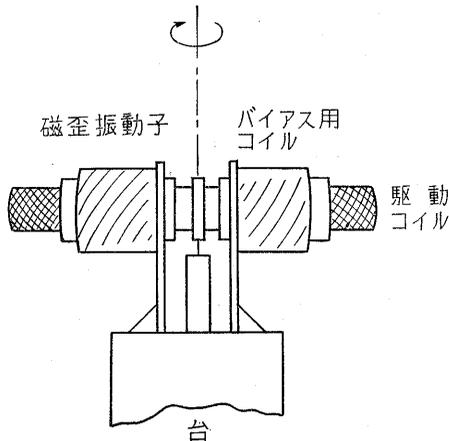
旋回の方向の決定は音叉振動の位相と、ねじれ振動ピツクアップコイルの発生電圧の位相との比較で行われる。旋回の方向の反転はその電圧の位相を 180° 違つたものとするを思い起されるでしょう。検出コイルに発生する電圧は音叉の足の振動と同じ周波数であるから、音叉振動の周波数は比較のために適当な基準値として利用出来る。この比較は位相検知器 (phase-sensitive detector) と呼ばれる電子装置でなされ、その出力は角速度に比例した電圧ではあるが、極性が基準の位相とねじり振動の検出コイルの位相とによつて決る。だから真中が0である指示メータは旋回の色と方向との両者を示すのに充分である。

§ ジャイロトロン利点

ジャイロトロンはジャイロスコープに比べて、2つの利点がある。1つはベアリングの摩擦を伴う回転部が全くないことで、他の1つはジンバルのベアリングにおける摩擦抵抗がないことである。これらはよく知られているように、不定なドリフトと積算誤差の原因になつていたものである。ベアリング摩擦のないことはまた静的摩擦に起因する不感帯をなくしている。この不感帯はジャイロの姿勢の非常に少ない変化に対応させないようにしていたものである。だから敏感さの限度は割合に大きくなつて居て、ジャイロトロンは100万~1の速度範囲を測定することが出来る。地球の自転よりも遅い角速度も容易に測れるし、一方上限は普通100 r. p. m. 程度である。

設計の困難さは通常完全に平衡した音叉を造ることが必要な点と、間違つた信号の原因になる足とねじり振動とのスプリアス機械的偶力をさけることにある。

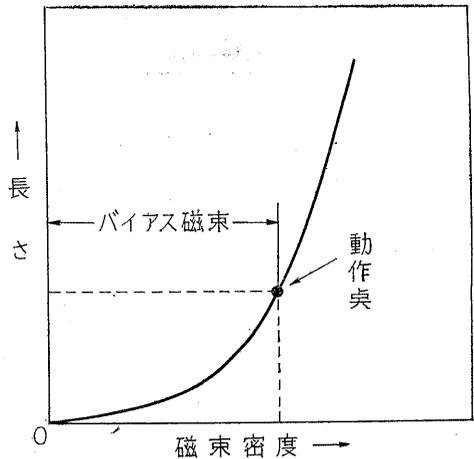
ジャイロトロン将来の設計には、磁歪現象を用いることが可能で、特にもし非常に早い磁歪特性をもつ材料が合金かが発見されれば利用されるであろう。ニツケルや、パームアロイのような磁性材で出来た棒や管では、その縦軸に平行な磁界の中に入れると長さが変化する。もしそのような管が交番磁界によつて、縦軸方向の固有周期で振動されていると動的増巾が生じる。そして長さの変化は普通のジャイロトロン音叉の足の振動の振巾よりずっと小さいけれども、駆動周波数は感度を上げるためにずっと高いものが用いられる。基本的なこの方式のジャイロトロンが第8図に示されている。管は振動の振巾が0になる振動の節の部分にあたる中央でクランプされている。そしてねじり棒の上に丁度音叉と同じよう



第8図 磁歪形ジャイロトロン

にのせられている。だから、全構造物は駆動周波数で共振させられる。そして動作点をその材料の磁歪特性の最も感度のよい部分にもつて来るよう、一定の極性磁場の上に第9図のように交番磁界を重ねられる。(注バイアス磁界を加えること。)

動作点の選択はもし0点が用いられると、周波数が2倍になることから防いでいる。磁歪特性は非直線性であるから、駆動電流が正弦波であつても、棒の振動は理想的な一波の振動ではない。このため電流波形をそれに対応して変形すればさけられる。磁歪素子とその支持部は両方とも、駆動周波数における機械的固有振動数に同調しているから、周波数選択能力は非常に高い。またこのことは磁歪特性の非直線性から生じる高調波の発生からずつとはづすことも可能である。縦方向の動きにおける振動素子は、簡単な棒状または管状であるから、この方式で作動するジャイロトロンは完全に平衡した音叉を



第9図 磁歪特性曲線

製造する困難さに勝っている。普通のジャイロトロンにおけるほんの一寸した足の弧状運動はなくなるし、このことはスプリアス信号の発生ということもないことになる。磁歪素子は縦軸方向に振動して、そのような動きは存在しないのである。

§ 結 論

ジャイロトロンが発達するにつれて、充分な精度の角速度信号が長期間の航海に際して基準値を供給するようになる。

現在標準ジャイロスコープの範囲の中にある応用に対して、ジャイロトロンは必要な保守も少なく、比較的簡単にコンパクトで丈夫な器械である。ジャイロトロンが将来の航海術上、ジャイロスコープに完全にとつかわることもあながち不可能なことではない。

電 波 航 法

昭和39年1月25日 印刷

1964

昭和39年1月30日 発行

No. 5

編 集

東京都千代田区丸ノ内1~1 運輸省海務課内

発 行

電 波 航 法 研 究 会

東京都中央区西八丁堀1~8

印 刷

株式会社 坂 根 商 店

電話(551) 5 2 0 5



船舶用水晶制御親子時計

(TXC-2C 型)/ 実用新案出願中

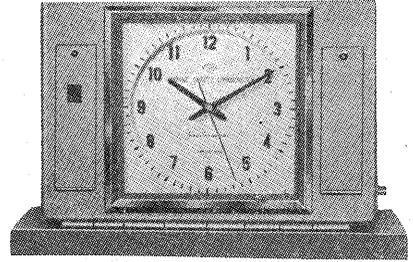
本機は、安定な水晶発振器をもとにした船舶用水晶時計（運輸省認定品）であります。

特 長

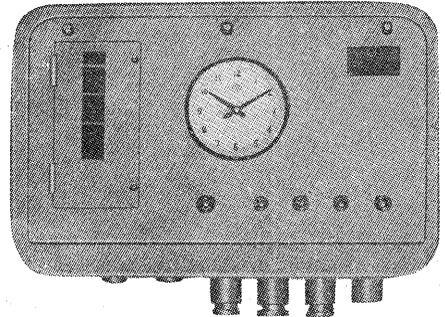
- ① 親時計は海図室のマリンクロノメーターとして使用すると共に、船内各所の子時計を同時に駆動することができます。
- ② 簡単な操作によって、全子時計を同時に正、逆転することができます。
- ③ 震動衝撃、温度変化に強いので、他のマリンクロノメーターにくらべ時刻は正確であります。
- ④ 時刻の確度は日差、0.2秒以内という正確さであります。
- ⑤ エンジンテレグラフ、タイムスタンプ用等のパルスを出すことができます。
- ⑥ 従来のマリンクロノメーターに比べて価格は低廉であります。

構 成：定 格

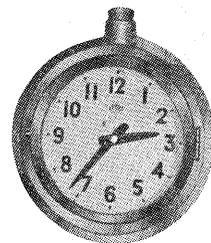
- (1) 親時計部
 - 時刻表示 中三針、連続運針
 - 時刻偏差 日差 0.2秒以内
 - 電源電圧 A.C 110V 又は D.C 24V
 - 使用温度範囲 $-10^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$
- (2) 子時計操作部
 - 調 針 一斉自動、手動調針、一斉停止
 - 子時計駆動能力 80個
 - タイムスタンプ用パルス 30秒パルス（パルス幅約3秒）
接点容量 1A 110V AC
- (3) 子 時 計
 - 30秒送り DC 24V 12mA 壁掛型



親 時 計



操 作 盤



子 時 計

東洋通信機株式會社

本社・工場	神奈川県川崎市塚越3丁目484番地	電話川崎(52)4111(大代表)
東京営業所	東京都港区芝虎ノ門15番地(虎ノ門ビル)	電話東京(591)1973・1974
大阪営業所	大阪市西区江戸堀上通り2丁目37番地(藪吉ビル)	電話大阪(441)4332・7451
福岡営業所	福岡市天神町58番地(天神ビル)	電話福岡(75)6031・6416
相模工場	神奈川県高座郡寒川町小谷753番地	電話茅ヶ崎(04670)5095・5096

電波航法総目次 (No. 1 ~ No. 4)

No. 1

巻頭言	森田 消	1
研究調査		
「レーダへのミリ波利用」	岡田 高	3
カラーレーダによる物標の弁別に 関する研究	落合 徳臣	15
展望		
航海安全委員会の印象	若狭 得治	23
1960年海上人命安全会議の模様 について	電波航法研究会事務局	24
ドイツの新しい無線装置	松崎 光雄	28
講座		
レーダ航法	茂在 寅男	31
慣性航法装置の解説	庄司 和民	39
研究会記事		
電波航法研究会事務局報告		45
海外資料		
慣性装置の航海への利用について	北川視朗・桜木幹夫抄訳	47
航法と慣性航法	北川視朗・桜木幹夫抄訳	49
レーダ指示方式の改良について	木村 小一	51
ニュース		
新製品紹介	水洋会	51
文献標題		
The International Hydrographic Review		60
The Journal of the Institute of Navigation		61
航空関係		62
電波航法研究会規約		63
電波航法研究会会員名簿		64

No. 2

巻頭言	鮫島 直人	1
研究調査		
コーナリフレクタについて	庄司 和民	3
展望		
ロラン局の現状とロランCについて	豊福滋善, 宇治田浩	13
第6回航路標識会議の模様とUSCG でみた電子航法	川上 義郎	18
講座		
レーダ航法(II)	茂在 寅男	31
電波六分儀の解説	木村 小一	37
海外資料紹介		
自動航法におけるラジオセキスタント の用法	飯島 幸人	43
ニュース		
新製品紹介	水洋会	45
文題献標		
The Journal of the Institute of Navigation		49
Proceedings of the IRE		49
IRE Transactions on Aeronautical and Navigational Electronics		50
あとがき		51

No. 3

1. 巻頭言	会長 鮫島 直人	1
2. 研究調査		
(1) 航海用レーダ自動警報装置	大岡 茂, 鈴木 務	2
(2) マイクロ波ビーコン	豊福滋善, 川上義郎	6
3. 報告		
1960年海上人命安全会議におけるレーダ 航法についての各国の意見	杉野 和衛	24
4. 講座		
(1) レーダ機器によつて決定さる映 像の特性と航海術上における問題 点	茂在 寅男	28
(2) レーダ映像の誤差とその航海術上 の解析	茂在 寅男	32
5. 記事		
ヨーロッパの旅	鮫島 直人	36
6. ニュース		
日本無線のコースビーコン		41
東芝のオートアラーム		42
7. 海外資料紹介		
(1) M. P. E. S (マイクロ波位置決定方 式) について	落合 徳臣	44
(2) 船用レーダ15年の歩み	茂在寅男・川崎義人	47

No. 4

巻頭言	副会長 熊凝 武晴	1
研究調査		
大阪ハーバーレーダ局に ついて	清野 浩	2
航法の自動化	庄司 和民	7
レーダ観測者の資格に ついて	真田 良	15
展望		
人工衛星を用いた航法	伊藤 実	17
報告		
西独デュツセルドルフ における国際航法会議	鮫島 直人	24
講座		
ロランCの話	岡本 寅男	31
記事		
海鷹丸の南極洋調査	熊凝 武晴	37
新製品紹介		
5 種波船用レーダ	協立電波株式会社	42
三菱標準形トランジスタ化 VHF/FM無線電話装置	三菱電機株式会社	43
マイクロ波ロータリー ビーコン装置	安立電波工業株式会社	47
海外資料紹介		
大型船用レーダ	落合 徳臣	49
Laser による測距置装	飯島 幸人	55

昭和三十一年一月二十五日印刷

電
波
航
法

電
波
航
法
研
究
會
發
行