

ELECTRONIC NAVIGATION REVIEW

電波航法



1963

4

電波航法研究会 発行

Published by the Japanese Committee
for Radio Aids to Navigation

—目 次—

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

西独デュッセルドルフにおける国際航法会議.....鯨 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 糧波船用レーダ.....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 による測距装置.....鯨 島 幸 人…55

電波航法総目次 (No. 1 ～No. 3)

巻 頭 言

電波航法研究会副会長 熊 凝 武 晴

電波航法発刊以来、巻を重ね第4巻を発行することになったのは慶賀にたえない。巻を追うにつれてその内容の充足は著しく、これは会員各位の熱心なる研究と努力の結晶によることは謂うまでもない。しかし一方に於ては、世界の態勢が電子工学一筋に躍進して居ることも否定出来ない事実によるものである。

次々に打ちあげられる人工衛星や、宇宙開発は目醒しい進展を示している。テレビ世界中継用衛星も完成の一手手前までに達し、月への到達もいよいよ間近なものがある。10月3日朝ケープカナベラルで発射されたシグマー7が予定計算のとおり、地球を6周の軌道飛行を行ない、9時間14分の後に同日午後4時20分太平洋上ミッドウエー島の北東440キロの洋上に、わずか8キロのズレで無事着水した。同時に軌道内時速も計画の通り28,096キロ、遠地点281.6キロ、近地点160キロ、周期88.9分と発表され、確実なる軌道運航を保つた事が示されている。この事は益々航海用衛星の確度を高めることになつて、電子航海と電波航法の実現が刻一刻と近づきつつあることを意味して居る。

レーダに関してはトルーモーションシステムより危険距離に達した際の警報装置が実現して、レーダ使用上の確度と安全性を高められんとしている。またローランに於ては自動追縦化が可能となつて、使用上のサクセショナル・フィックスド・ステーションが可能化せんとして、航海の安全性が電波工学によつて益々高められんとしている。

眼を音響測深機に転ずると、これも亦長足の進歩をとげ、50k.cの周波数使用に満足せず高性能分解のために、200k.cを使用する夢はついに実現されたが、超深度の音響測深には、色々の難点が存在して居たのであつた。しかし無線電送受像方式を採用することによつて、航走のまま1万メートルの連続測深記録の夢が容易に、且つ安価に高精度に実現を見たことは昭和37年度の特筆すべき偉業の一つと謂うことが出来るであろう。

わが電波航法研究会の業績は益々顕著に発展して居ることは誠に同慶に堪えない次第である。色々な職種の者が集り色々な知識を結集して居ることが本会の特徴とする処であるが、ともすると航海の実際面より遊離せんとする傾向が持ち上つてくるので、軌道をはずさないように注意を払わなければならないのである。常に航海の安全性と、運航の要求を充足出来るように努力することが、本会の使命で、益々進歩発展せんことを重ねて念願する次第である。

(編集者注：この原稿は、熊凝武晴先生の遺稿となりました。)

大阪ハーバーレーダ局について

海上保安庁灯台部電波標識課 清 野 浩

1. まえがき

昨年(昭和38年)の8月中旬釧路港に本邦最初のハーバーレーダ局が開局した。この局は世界では約30番目位に開局するわけであるが、12.5ミリの所謂ミリ波レーダを使用する点と、その補助として、又ブラウン管上で船の映像を識別するための装置の主要機器として5センチ帯のレーダを併用している点とで、他に例を見ないものといえよう。

更に海上保安庁では昭和38年末開局の目途で次のハーバーレーダ局を大阪港に建設中である。

大阪ハーバーレーダ局の構想は、釧路局について今日迄行つて来た種々の実験のデータと、外国特に欧州方面のハーバーレーダ局から我々が得た資料を十分に参考として定められた。本稿では、大阪ハーバーレーダ局の基本構想を出来るものについては欧州各国のハーバーレーダ局と比較しながら述べることにする。

2. 主要機器の構成、定格

第一図は大阪ハーバーレーダ局の機器構成図である。図で示すように装備される主要機器は

ミリ波レーダ 2台(回転空中線は共用)

センチ波レーダ 2台(")

指示器 6台

VHF 電話送受信機 8台

その他テープレコーダ、予備電源設備、空気調節設備等である。

以下各機器の定格、その特ちょう等について述べる。

2-1 ミリ波レーダ

周波数 32G C帯(9.2ミリ)

出力 30KW

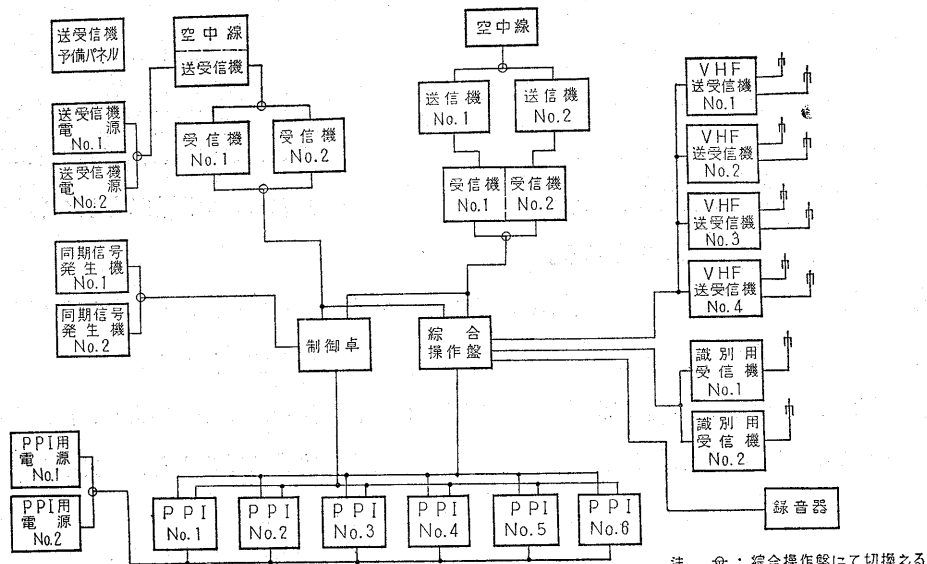
パルス巾 0.02 μ s, 0.04 μ s

パルス繰返し数 約70000 PPS

空中線指向性(水平) 0.2度

空中線回転数 約20 r.p.m.

ミリ波レーダについては、釧路港に昨年暮据付以来種々の実験を行い数多くのデータを得た。その結果ハーバーレーダとして使用する範囲ではセンチ波レーダよりもはるかにすぐれた性能を有しており特に欧州諸港に比較して港湾の形状及び運航状況も複雑で、小型船の往来も



注 令：綜合操作盤にて切換える

第1図 大阪ハーバーレーダ機器構成図

はげしい大阪港については十分に実用に供し得る見とおしを得た。

ミリ波レーダの有効範囲は減衰その他の事情を考りよの上10キロメートルとしている。当然のことであるが円偏波切換機構をもち、受信系では対数増巾を常用としている。

2-2 センチ波レーダ

周波数 5 G C 帯 (釧路局と同一周波数)

出力 40KW

パルス巾 0.1 μ s 0.2~0.4 μ s

パルス繰返し数 ミリ波レーダの繰返し数の3分の1

空中線指向性 (水平) 0.5~0.7度

空中線回転数 約20 r. p. n.

センチ波レーダをレーダとしての外識別装置の主機として使用することは釧路の場合と全く同一であるが、このレーダが定格の面で釧路局のものと異なる点は、

1) 後述の指示器との関連でパルス繰返し周波数をミリ波レーダのそれと関連を持たせたこと。

2) 気象条件その他でミリ波レーダの使用が制限される時に、本機のみでハーバーレーダ層の機能を十分に発揮出来るようにパルス巾、水平ビーム巾等について検討し性能を向上させてあること。

であつて、特に2)項については参考までにセンチ波レーダを局の主要機器としている欧州各港のそれと定格を比較してみると第1表のとおりであつて十分な性能であることが判る。本機の有効範囲は40キロメートルとしている。

2-3 指示器

40センチのブラウン管を使用する6台の指示器を横1

第1表

港 名		大 阪	サザン プトン (英国)	エルベ河チ エーン (ハ ンブルグ)
定 格				
周 波 数	G C	約5.5	約9.5	約9.3
出 力	KW	40	10	30
パルス巾	μ s	0.1 0.2~0.4	0.05	0.08
パルス繰返し数	PPS	約2300	2000	2340
空中線指向性(水平) 度		0.5~0.7	0.6	0.6
空中線回転数	r. p. m.	20	20	20

列に配置して監視を行う。

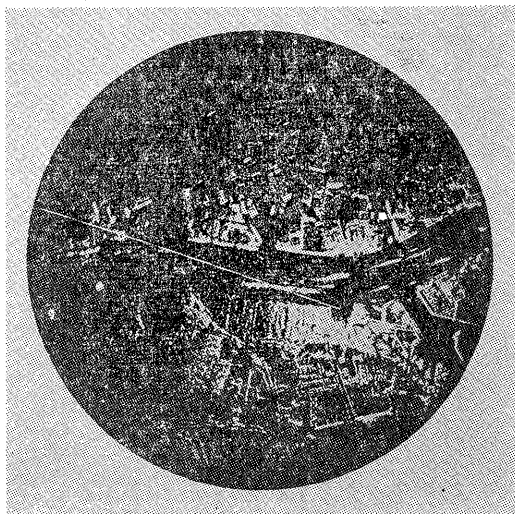
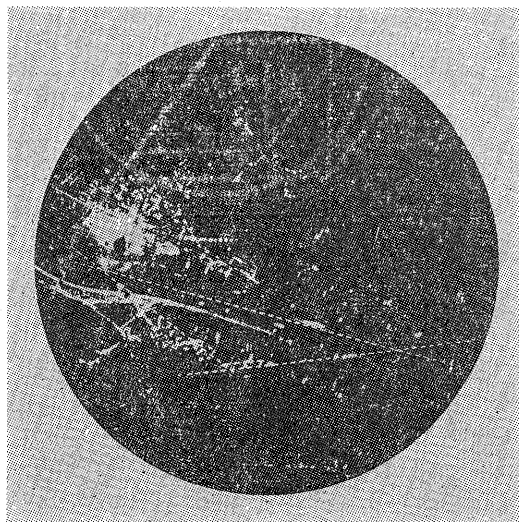
2-3-1 指示器の特ちよう

大阪ハーバーレーダ局の構想のうち最も考慮が払われたのはこの指示器群であつて次の3点はその要点である。

1) 各指示器は前面の切換操作によつてミリ波、センチ波いずれのレーダの映像も自由に選択出来る機構である。これは後述の監視区域の数とも関連して指示器台数を節約出来る上に天候その他の事情にかかわらず完全なサービスを行う上に甚だ有効であると考えている。

2) 通常の船舶用レーダのオフセンタ、レンジ切換の概念からはなれて、各指示器にオフセンタの量及び方位、掃引速度のそれぞれについて各種の組合せをあらかじめ半固定で設定組込んでおいて前面の切換操作によりそのうちの1組の組合せを選択使用出来る機構である。即ち大阪港内外のハーバーレーダ局がサービスを行わなければならない範囲を約10個の大小の円形区域 (監視区域と呼んでいる。) と分割しておいてそれ等の区域の1個を自由に選択出来ることになっている。

3) 5本の電子カーソルをブラウン管上に自由に現わ



第2図

すことが出来る機構をもっている。

2-3-2 電子カーソル

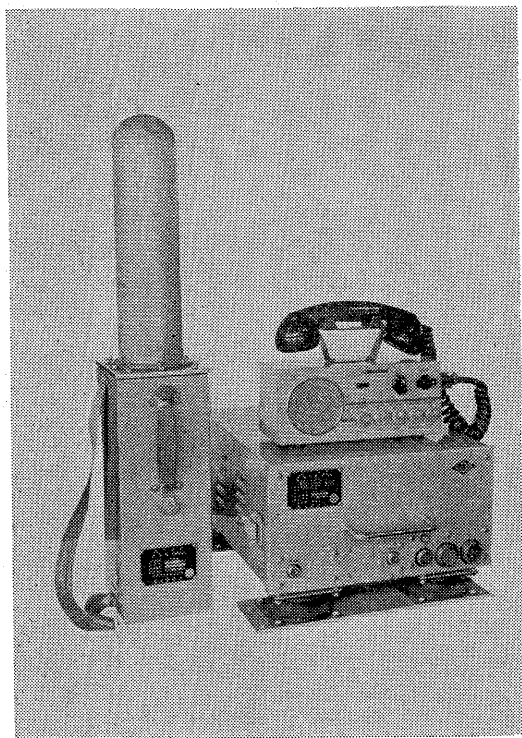
レーダインフォメーションを迅速正確に行うために各指示器は移動カーソル2本、固定カーソル3本をブラウン管上に同時にあらわすことが出来る。移動カーソルはカーソル線の基点をブラウン管上の任意の点に設定することが出来、カーソル線の長さ及び方位を変化させることにより港内外の著明な固定目標からの船舶の方位、距離をカウンタ表示により計測出来るものでカーソル線の上にも距離マークをのせることが出来る。

固定電子カーソルは監視区域毎にその位置長さ等があらかじめ定められていてブラウン管上に実線又は破線として現わされる。このカーソルは航路中央線、航路限界線を表示するためのもので、破線の場合破線の長さ及び間隔をあらかじめある値に定めておいて距離の目安としても使用するものである。監視区域を切換えることによって固定マークは自動的に切換えられるものである。

第2図はロッテルダム港のハーバーレーダ局の固定カーソルで3本の航路中央線が見られる。この破線の長さ及び間隔はいずれも50メートルである。

2-4 その他の機器

VHF電話送受信機は組込み周波数が国際条約による海上移動通信波のチャンネル12, 20, 22であつて各チャンネル毎に現用機予備機各1台、計8台となっている。



第3図

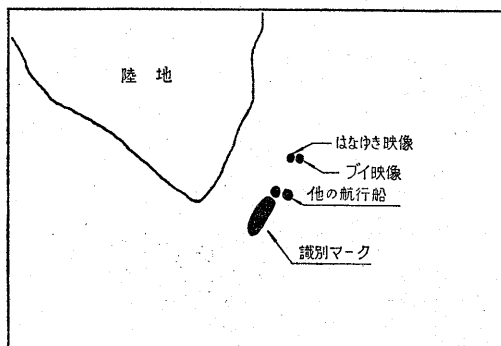
テープレコーダは連続24時間、各チャンネルの送受信メッセージと時刻信号を同時録音出来る性能をもっている。

3. 船影識別

船舶が通常のVHF送受信機（ハーバーレーダ局と通信するためのもの）に簡単な付加装置をつけることによってレーダ電波を利用してレーダ局でその船舶の映像をブラウン管上で識別する方式については36年12月8日の電波航法研究会の席上資料によって説明をした。本年6月下旬釧路局用に完成したこの装置で屋外実験を東京湾で行った。第3図は実験に使用したVHF電話送受信機（右側）と識別用付加装置で、第4図は得られた識別マークとその説明図である。実験に使用した船舶は約50ト



第4図 (A)

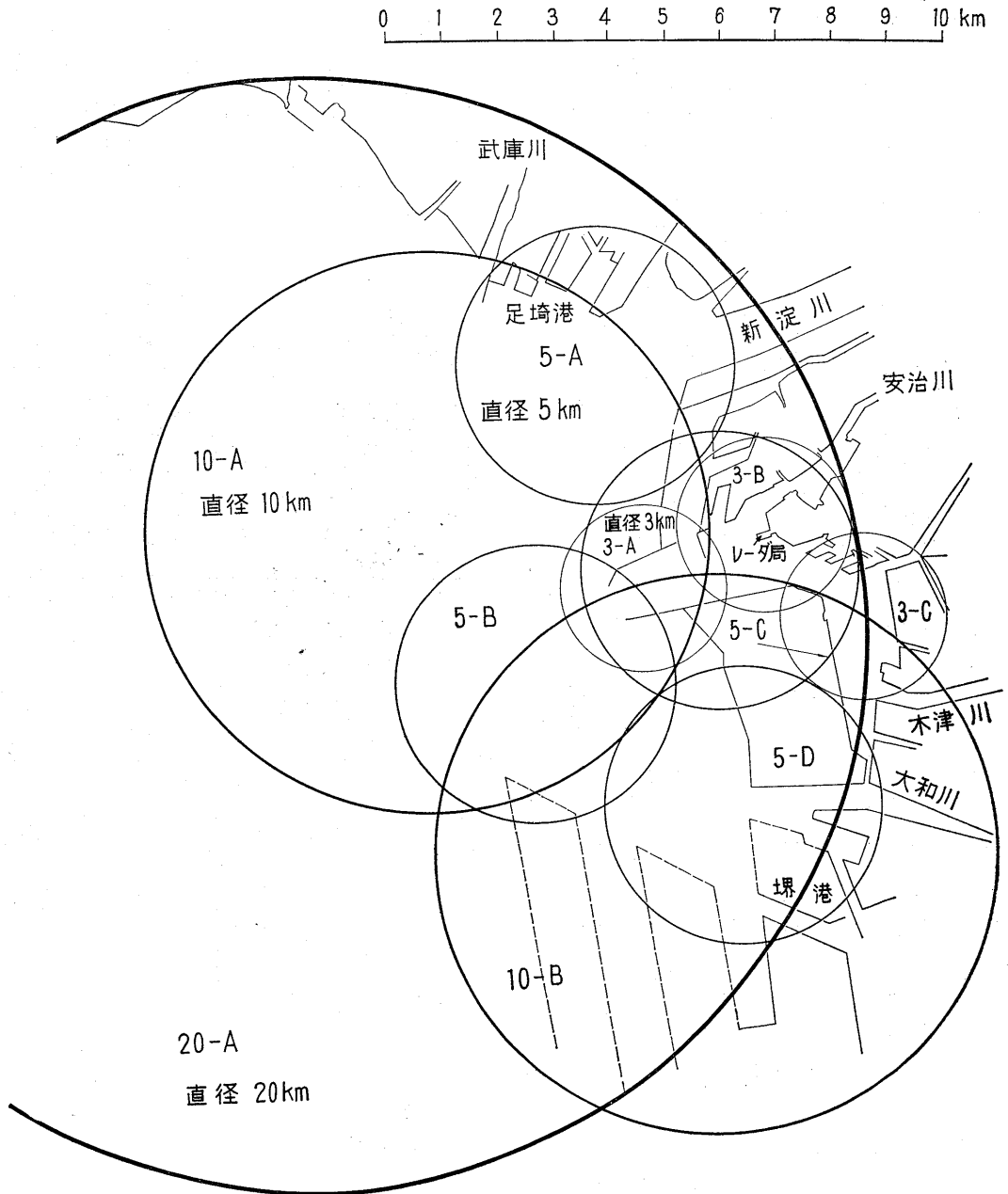


第4図 (B)

ンの木造巡視艇「はなゆき」であつて付加装置のマイクロ波受信機の空中線高は水面上2~5メートルであつた。実験の結果では識別マークは約15キロメートルまで十分実用に供しうる程度のものが得られた。大阪港においては欧州各港で行っている識別旋回（アイデンティフィケーション・ターン）等の方法に代つて出入港回数が多い定期客船、パイロットボート等に相当数の利用が直ちに考えられる。

第5図

大阪ハーバーレーダ局監視区域図



なお付加装置の形状寸法は第3図のものより更に小型にすることが可能であり、VHFの電界強度及び雑音等によるマーカの形の乱れ等については研究を進める必要がみとめられた。

4. 監視区域

第5図は大阪ハーバーレーダ局の監視区域であつて、大阪港内外を直径 3 (3-A, 3-B, 3-C), 5 (5-A, 5-B, 5-C, 5-D), 10 (10-A, 10-B), 20 (20-A) 及び40 (40-A) キロメートルの区域に分割してその任意の区域を選択監視するわけで、この考え方は英国サザンプトン港のレーダ局と同様である。この区域を定めるについて考りよした点は、

1) 港の重要監視点はいずれも3キロメートル区域とした。これは十分なレーダイnfオーメーションを送るのには直径40センチのブラウン管を使用した場合監視区域の直径は最大約4キロメートルであるという欧州各港の経験によつたものである。欧州各港では縮尺という言葉で表現しているのがそれで40センチのブラウン管で4キロメートルを監視した場合の縮尺は

$$0.4/4000=1/10,000$$

である。

2) 対象船舶の移動に伴つて監視区域を切換えた場合に運用者が混乱しないように重要監視区域はすべて同一の縮尺、3 或いは4 キロメートルのものでカバー出来るようにした。

参考迄に大阪港と欧州各港のレーダ局の縮尺、オフセータ量等を比較して見ると第2表のとおりである。この表から見ると、建設年度の新らしい局ほど監視区域の直径が小さくなっていることが判る。

5. む す び

大阪ハーバーレーダ局は今年中に鉄塔等の建設を終了し機器の製作を今年と来年にわたつて実施するのであるが、何分にも新らしい方式と機器のことであり今後多くのトラブルが予想されるが、船舶運航者及び港湾管理者等から強い要望のある局であり今後海峡レーダチューンとして発展する可能性も大きい時であるので各界有識者の御支援を得て立派なハーバレーダ局を建設したいと思つている。

終りに欧州各国のハーバーレーダ局の資料のほん訳、整理をしていただいた大阪商船の堂脇徹氏に厚く感謝の意を表したい。

第2表 監視区域、縮尺の比較表

港 名	局 数	監視区域数 (1)	使 用 縮 尺	オフセンタ量 (最 大)	備 考
大 阪	1	11 (11)	1/7,500, 1/12,500, 1/25,000, 1/50,000, 1,100,000	2 半 径	
サザンプトン	1	5 (5)	1/12,500, 1/33,000, 1/100,000	1,7 半 径	監視区域は開局 後2回設定し直 している。
ロッテルダム	7	13 (2)	1/7,500, 1/8,800, 1/10,000, 1,12,000, 1,18,000	3/4 半 径	
エ ル ベ 河 (ハンブルグ)	12	17 (1.5)	1/8,500, 1/15,000, 1/20,000, 1,40,000	4/5 半 径	12局の中3局は 目下建設中

航 法 の 自 動 化

東京商船大学 庄 司 和 民

1. ま え が き

船舶の自動化は最近数年来急速に進められ、三井船舶の金華山丸をはじめとして、山下汽船の山利丸、三井船舶の春日山丸と相次いで、それぞれ多かれ少なかれ自動化の構想をとりいれている。これらはしかしいづれも機関関係の自動化がその大部分で、機関の集中制御を主軸としたコントロール室での遠隔操縦や、船橋操縦をはかっている。そして現在のところ航海全体の自動化というよりも、個々の機能の中で夫々個別に自動化がはかられている段階であるといえよう。

しかしながら早晩、船舶の機能を総合的に結合した自動化の方向にすすむことは明かで、そのきざしとして、船橋での集約的な制御が試みられつつあり、船橋の構造自体が変貌しつつある。

以上のような船舶の自動化の中でエレクトロニクスが果たす役割は当然重要なものがあり、電波航法研究会の関心も、特に航法の自動化にあるものと思われるから、この方面について少しく内外の資料と共に問題点を述べて見ることにする。

2. 自動航法 の 概 念

航法援助装置に対するエレクトロニクスの貢献は戦後特に増大して、レーダ、ロランそしてデツカ等の成果があつて、これらはどれ程船員の仕事をより安全でより簡

便なものにして来たかはかりしれないものがある。

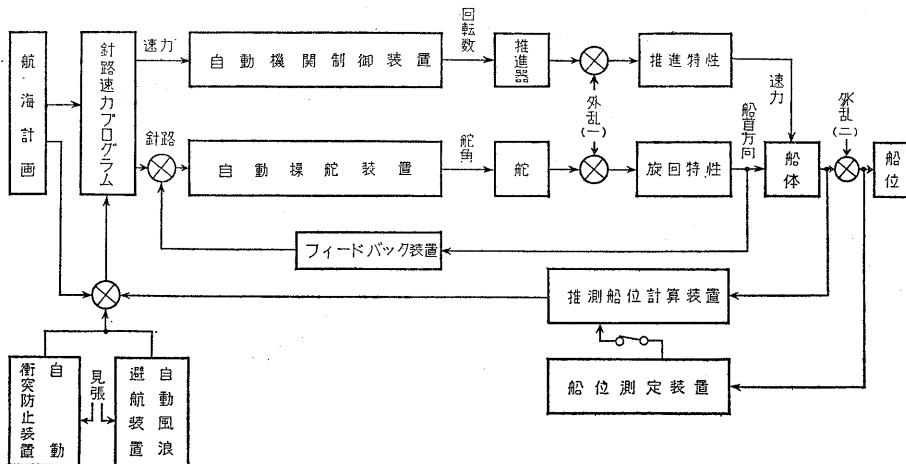
しかし、航海を自動化するには、現在人間が行っているそれらを有機的に結びつける仕事を機械で行わせる必要があり、しかも出来得れば世界の海域をただ一つの航法装置で航海したいのが船員の悲願とも云えるものである。

航海は広義の航海と狭義の航海に分けられるが、航法は狭義の航海に属するもので、その最初は航海計画から始まる。これは船の喫水やトリム等、着発地の条件、途中航路の地理的気象的法律的条件を考慮して、とるべき航路や変針点等について計画をたてることであつて、将来とも人間が受持つべき部分かも知れない。

航行に移ると大洋航海に入らるまでは、沿岸近くで他船が密集する場所を航行しなければならないから、その操船に必要な船位の精度は時には数mのオーダーとなる。このような場合の航行を出入港航行として、大洋航行と区別することにする。

出入港航行では舵および機関の遠隔制御器を含んだ操船コンソールで制御することになるが、しばしばその船の能力を越えた操船が必要であるため、曳船の使用や、横方向推進器 (Side Thruster) 等の利用が考えられている。

船首での錨の状況や錨鎖の張り具合の監視、また船首船尾の繫船索の状況等を見るのに工業用テレビの利用が試みられているが、テレビカメラの視野が狭いため、揺



第 1 図 自動航法装置ブロック図

れる船からの撮影には困難をともしないその利用をちゅうちよさせている。耗波レーダ等高分解能レーダをシステムテイツクに利用して出入港航行の安全を確保し制御しようという試みもある。

大洋航行で人間が行っていることをすべて機械によって遂行させるとすれば自動航法装置が出来上がるが、その系統を考えると第1図のようになる。これを説明すると航海計画にしたがつて航海のプログラムが決定され、プログラム装置に記憶される。これから針路速力の指令が与えられて所定の針路と速力を保つように舵とプロペラが管制される。これに外乱(1) (船体の汚れや波) が影響して対水速力や対水針路が定まる。更にこれに外乱(2) (海潮流) が影響して対地速力や対地航路が定まる。

一般にこの対地速力や対地航路は測定困難であるから、推定速力と針路から常に推測位置の計算を行い、折あれば船位を別個の独立した方法で観測し、推測位置をその時に修正する。そして得られる船位と予定航路を比較して、針路や速力の修正や航海プログラムの修正を行っていくわけである。

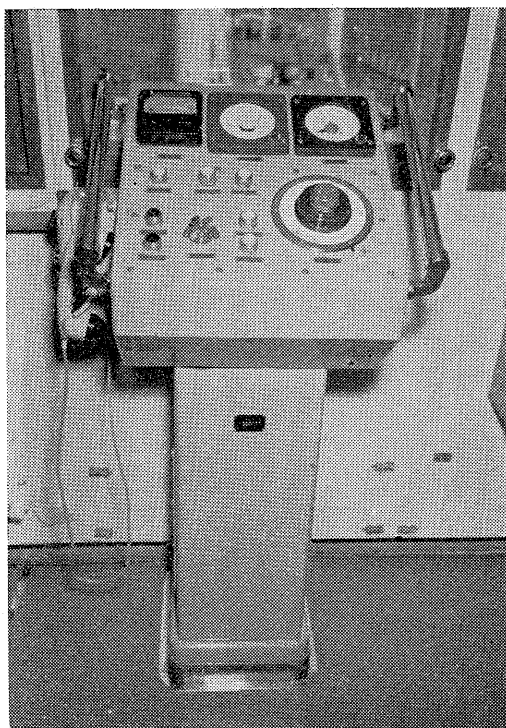
この系統の中で、現在自動化されているのは、機関制御装置と自動操舵装置だけである。

以下第1図の各装置についての現状と問題点を述べて見ることにする。

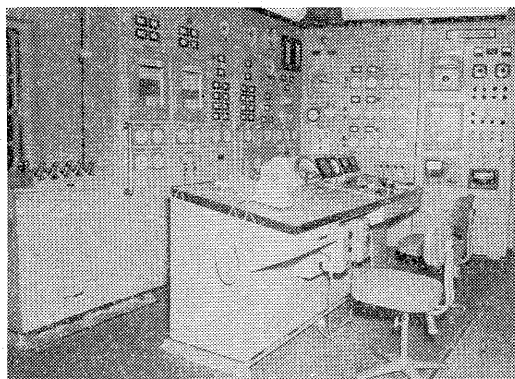
3. 自動機関制御装置

船内の装置のうち最も複雑なものであるが、最近に至って最も自動化が進んだ所である。しかし、第1図で見られるように船の速力そのものは通常、自動制御の対称にはならず、一般にプロペラの回転数を制御している。最近馬力を測定して、馬力を自動制御することが考えられている。制御はプロペラの回転であるが、出力が大きいから、それに至るまでの全機関系統の自動制御は複雑なものであつたが、漸次解決され、下記のような事項が夫々開発されると共に、これらを系統的に関連制御することによつて自動化が進められた。

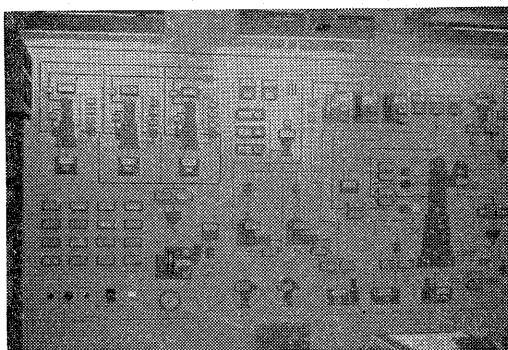
- (1) 主機 (推進装置) の遠隔制御 (特に船橋における操縦)
- (2) 集中管理室の設置
- (3) 燃料油の汲上系統の自動化
- (4) 燃料油の清浄系統の自動化
- (5) 燃料油の供給系統の自動化
- (6) A重油とC重油の自動切換
- (7) 潤滑油冷却系統の自動化
- (8) 潤滑油移送系統、清浄系統の自動化
- (9) 清水海水冷却系統の自動化
- (10) ビルジ排水系統の自動化
- (11) 起動空気系統の自動化



第2図



第3図 金華山丸機関制御室



第4図 集中管理室の計装の一例
H丸機関制御室計装盤面

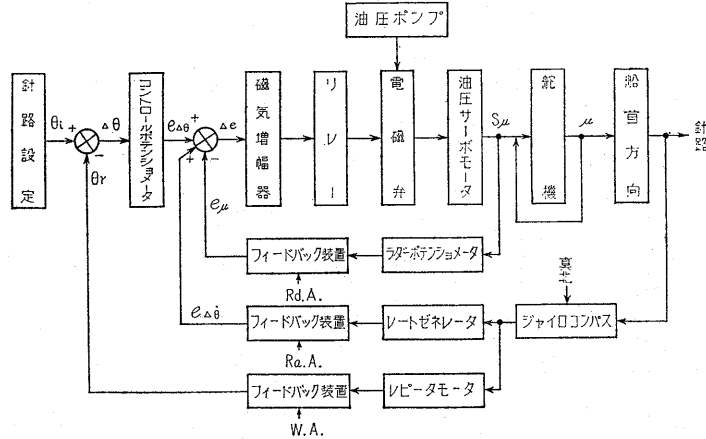
- (12) 自動制御系統空気または油圧源の自動化
- (13) 補助ボイラの自動燃焼装置
- (14) 補助ボイラ給水系統の自動化
- (15) 発電機の自動負荷選択装置

等で、第2図は船橋制御装置の1例であり、第3図は集中管理室の1例、第4図は集中管理室の計装の1例である。

船体の運動方程式は、船の旋回抵抗が旋回の慣性モーメントよりはるかに小さいのでこれを省略すれば、

$$I \frac{d^2 \Delta \theta}{dt^2} + K \mu = 0$$
 で表わされることになる。但し $\Delta \theta$ は偏角、 I は旋回の慣性モーメント、 K は係数、 μ は舵角である。この式に上式を代入すれば、

$$I \frac{d^2 \Delta \theta}{dt^2} + KM \frac{d \Delta \theta}{dt} + MN \Delta \theta = 0$$
 を得て、この自動操舵機で M や N の値を適当に選べば、減衰振動を画いて原針



第5図 オートパイロットブロック図

4. 自動操舵装置

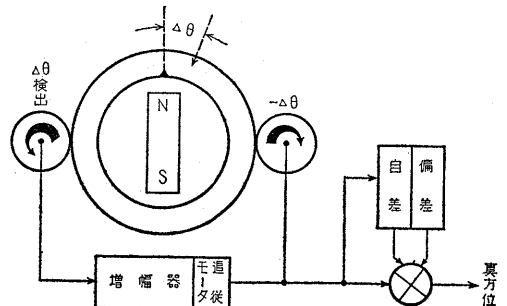
船の中で最も早く自動化された部分は、この自動操舵装置であつて、大正15年(1926)頃から日本船に装備され始めていた程である。

しかし自動化にあつては、現在のものを更に改良しなければならない。現在用いられているものの一つを例にしてこの装置を説明すれば、第5図のようにブロック図が画かれる。

すなわち、指令針路 θ_t から船首方向 θ_r がはづれると、ジャイロコンパスのレピータモータによつて、コントロールポテンシオメータを動かして、偏した角 $\Delta \theta$ に比例した電圧 $e \Delta \theta$ を得る。またその時の $\Delta \theta$ の角速度 $\Delta \dot{\theta}$ に比例してレートゼネレータの電圧 $e \Delta \dot{\theta}$ をも得て、この両者を磁気増幅器の入力にする。その結果 Δe に応じて差動リレーが働いて、電磁弁をコントロールして、油圧サーボモータを左または右に動かす。油圧サーボモータは舵取機械の管制弁を動かして、舵を操作するから、その移動量 $S\mu$ は舵角 μ に比例している。 $S\mu$ はラダーポテンシオメータを動かして舵角 μ に比例した電圧 $e\mu$ を作り出してフィードバックするから、

$$e\mu = e \Delta \dot{\theta} + e \Delta \theta$$
 が成立し、 $\mu = M \Delta \dot{\theta} + N \Delta \theta$ を得る。舵を動かしたことによつて船の針路がもとの方向にもどるにつれて、ジャイロコンパスを経てフィードバックされ、 $e \Delta \theta$ も小さくなり、舵角も段々小さくなる。

路にもどることを意味する。ここで M は当舵調整で、 N は舵角調整で調整される量である。これらの調整は針路記録器の記録を見て経験によつて定めているが、これも自動化することが望ましい。また故障の場合の非常操舵のための応急処置も2段、3段に考えられているが、少なくとも第1段の応急処置は自動的に切換えられることが必要であり、ジャイロコンパスだけに頼らないで、磁気コンパスに自動的に切換えてこれによつて自動操舵出来ることも必要となる。しかし現在方位発信磁気コンパスは未だ実用になつたものが日本になく、早く開発されることが望まれている。磁気コンパスが微弱的な磁気にも影響されて、指度をすぐ狂わしてしまうため困難なのであるが、方位発信磁気コンパスはこの自動操舵装置のためだけではなく、後に述べる航法計算装置にも必要なもの



第6図 方位発信磁気コンパスブロック図

であるから、是非よいものを実現しておきたいものの一つである。そのブロック図の一例を第6図に示して見た。

5. 船位測定装置

自動化に必要な船位測定装置では、まづ現在あるものが自動測定方式化されることが急務であり、次に船位のチェックがし易いような出力が欲しい。そして出来れば記録装置が附属しているものが望ましい。船位比較装置にデータを入れたり、基地に報告したり、ログブックに記録したりするためにはデジタルに得られる方が便利かも知れないが、修正のための変針量を決定したり、連続測定や自動記録にはアナログの方がよい。これらを検討してその方式を決定することが大切である。

自動追尾式のロラン受信機や、デツカ受信機の記録装置 (flight log) 等は自動化に一步近づいたものと言えよう。また長距離サービスの歩みとして、ロラン-Cやデクトラの発展には希望を抱かせるものがある。

DME、やTACAN、シヨラン、マイクロウェーブビーコン等も近距離では有効なものである。が少し範囲が狭すぎることが欠点である。

また最近は人工衛星による船位測定も考えられているが、まだ装置が膨大になることが欠点である。電波六分儀を利用した自動天測装置も、慣性航法装置で得られる水平台がなければ困難で、これと組合せてしか考えられない現在は商船にとつて手を出しかねる現状である。

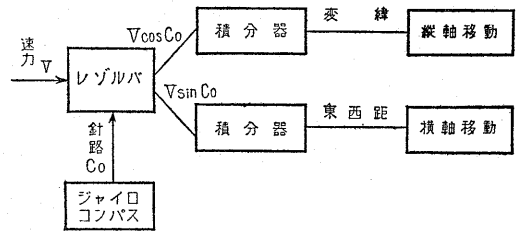
また昔一度考えていつか見捨てられてしまつたリーダーケーブルも、昨今狭水道の水路誘導に再検討されつつある。

6. 推測船位計算装置

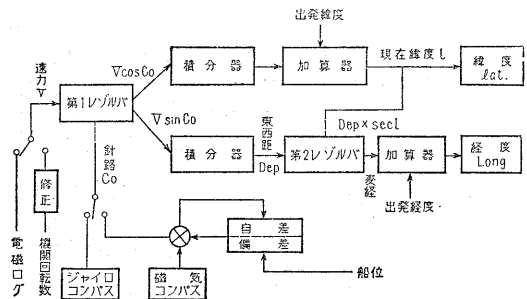
この装置は、一つの船位測定装置で全世界の海域を航行することが、空間的にも時間的にも不可能な現在、各種の船位測定装置からの各種の船位情報を緯度経度に変換したり、時間的に連続していない間のつなぎとして重要な装置である。そして将来連続的な自動船位測定装置が出来上るとしても、その一部分を構成することになるものである。

現在この最も簡単なものとして、航跡自画器を挙げることが出来る。これは第7図のようなブロック構成をもつ、限られた範囲内で使用するものではあるが、これの変形として第8図のようなブロック構成にすれば大巾に海域を拡げることが出来、あとは只レゾルバの精度だけが問題として残ることになる。

この装置への入力である針路情報と速力情報の精度が推測船位の精度を左右することは勿論であるが、一般に利用されるものは速力情報源として水圧式ログがあり、



第7図 航跡自画器ブロック図



第8図 推算船位計器ブロック図

針路情報にはジャイロコンパスがある。ジャイロコンパスはこれ以外ないからどうすることも出来ないが、ログについてはまだ改良の余地がある。すなわち水圧式ログでは後進速力が得られない。そこで電磁流量計の原理を応用した電磁ログ等が一応期待されている。またこの速力測定装置が故障した時の応急手段として、プロペラの回転数を利用する方法が考えられる必要がある。プロペラの回転数に船の喫水やトリム、船底の汚れ、気象海象の要素等による修正を施して推定速力を得ることが出来るからである。

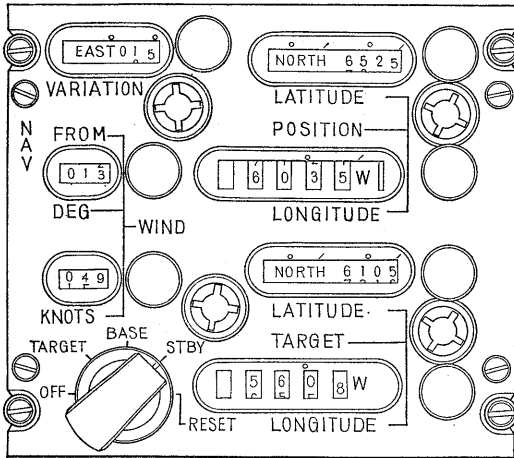
また以上の対水速力に対して、対地速力を入れることが出来れば海潮流の影響からのがれることが出来るのもつと精度が上がる。対地速力測定装置としては、航空機用にはドプラレーダが最も発達している。船舶は航空機に比べて速力が遅いので、誤差が増大し実用化が困難である。また慣性航法装置は加速度を測定して積分し、速度を得る正確な対地速力計ということが出来、慣性航法装置自体一種の推測位置計算装置であるということが出来る。しかしこれも船舶用としては少し値段が高すぎるのである。

針路情報としてジャイロコンパスが用いられることは前述のとおりであるが、いつでも磁気コンパスに切換えられることが大切な要件となつて来る。

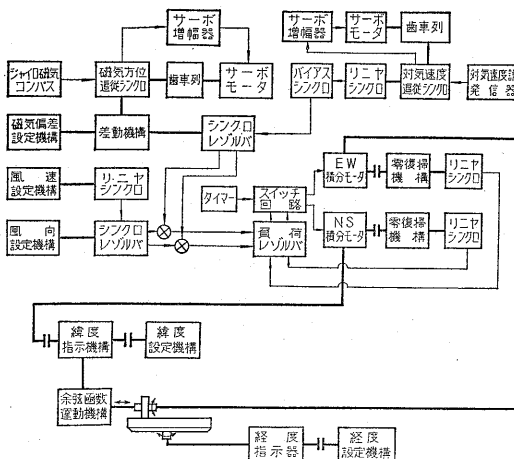
推算航法計算装置としては、代表的なものにベンディックス社の航空機用ASN-19を挙げることが出来る。これは航空機用として小型精密なシンクロやレゾルバ

を組合せて作られたもので、第9図のようなデータ設定器に、現在位置と目的位置の緯度経度を入れ、磁気コン

出来る。



第9図 ASN-19 のデータ設定器



第10図 ASN-19 ブロック図

パスの偏差と風向風力を入れれば、磁気コンパスから針路情報を、風圧式速度計から速力情報を得て、時々刻々の船位を緯度経度で示すと同時に、大圏航法計算を行って、目的地までの大圏針路と航程を指示するものである。そのブロック構成は第10図のようになっている。これらの装置はいつでも時間とともに、誤差が2次曲線的に増大するので、前述のように船位測定装置で時々チェックしたり、各種の航法と組合せてチェックして行くことが必要で、このような装置を組合せ航法装置 (hybrid navigation system) と呼んでいる。組合せ航法には、慣性航法装置とドプラーレーダの組合せ、慣性航法装置と天体追尾装置の組合せ、慣性航法装置とロランの組合せ、デツカとドプラーレーダの組合せ等が研究されて居る。このような2種類の組合せだけでなく、他種類のものの総合的な組合せが自動航法装置だといことが

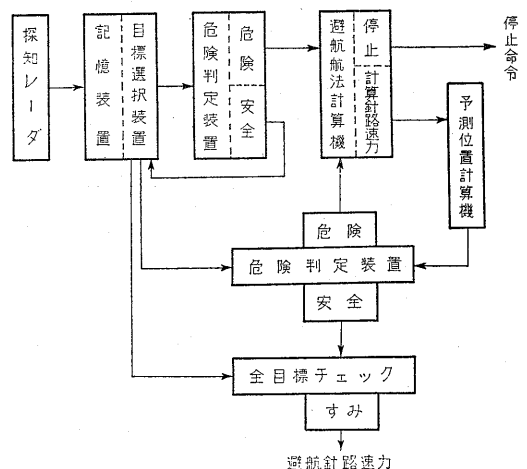
7. 針路速力プログラム装置

特に実用になったものはないが、デツカを用いた航法装置で変針計画を先に設定しておけば、変針点までの航程を減算器に入れ、航程が0になった時、すなわち変針点にきた時自動的に次の針路に切換えられるという装置が試作された。このようなものはプログラム装置の一つということが出来る。また最近デツカその他の航法装置で航路に沿った数マイルの中の一つの長い捲取型の地図をつくり、自動的に船位を記録させるローラーマップ方式が研究開発されつつあるが、このローラーマップを磁気録音テープとし、特定の信号を録音しておけば、プログラム制御に役立てることも可能だと考える。

8. 自動衝突防止装置

自動化で最も困難で無人化になり得ない原因を提供しているのがこの自動衝突防止装置である。これは他船と危険な関係にあることを探知して、安全を保つため法的にも許された針路速力を算出して、臨機にプログラムを変更する装置である。

この装置のブロック図を考えて見ると第11図のようになるだろう。



第11図 自動衝突防止装置ブロック図

探知レーダである距離 (5〜10浬) 範囲内の目標を探知し、その針路速力を測定して記憶する。そのうちの一つの目標に対して危険判定を行い。危険ならば避航の針路速力を計算し、安全ならば、次の目標に対して計算をすすめる。もし避航針路と速力の計算で、停止しかない場合は直ちに停止指令を出す。避航針路と速力が与えられれば、それに従って予測位置を計算し、第2の目標との間に危険がないか判定し、順次第3、第4の目標とも

チェックが終つてOKが出たならば、その針路速力の命令が伝わって行くという装置が考えられる。

現在、ある範囲内に目標が近づいた時警報が鳴る警報器と、衝突防止針路の計算を早く行う計算機について開発が進められている。

9. 自動風浪避航装置

船体各部や積荷状態、乗組員乗客の状況を見て、風浪によつて生じる影響を柔げるよう針路を一時的に変更する装置である。この装置は自動衝突防止装置と違つて、一定時間後にまたもとの針路にもどして、状況を見ることがことになるだろう。影響の判定が困難で当分この装置も自動化から取残されている。

10. 自動化船の航行

船の機能は単に航海だけが目的でなく、この他にいろいろな機能をもっている。第12図に船の機能を分類して

積付計画	載	貨		物	揚	
	貨	保		全		貨
航海計画	出	航		海	入	
	港	監 視		保 全		港
整備	起動準備	機		関		
		監 視		保 全		
安 全						
衝突 乗揚 風浪 防火 防水 救命 その他						
整備	通		信			
	緊急監視		保 全			
出港手続	事	務		サービス		入港手続
	医	務		厨房	衛生	
				保健		

第 12 図 船舶機能の分類

見たが、これらの機能が全て自動化されなければ、数人で動かすという状態にすらもつて行けない。これらの機能一つ一つに問題はあつたが、これについては次回にゆづるとして、以上のような機能がある程度自動化された船の航行はどうなるかを考えて見ることにする。

まづ、発航行の手順としては、次のようなことが考えられる。まづパイロットと共に、ポートサービスメンとでもいうべき人員が乗込んで、機関はブリツヂコントロール出来る程度にウォーミングアップ並びに試運転をし

整備する。甲板部では錨装置、操舵装置の作動をたしかめ、各部の防水を行つて航海準備を行う。そして配置について出港し、ある地点まで行つた所で、パイロットと共に退船し、船は大洋航行に移る。着航に移る時は、再びパイロットならびにポートサービスメンが乗組んで入港させ、各部の整備をして退船するというシステムが想像される。この間着発の期間が短かければ勿論着船から発航まで同一のポートサービスメンが一貫して行くことも考えられ、更に港の地理的条件が再検討され、外洋に近くて、沿岸航海が短かくてすみ、ポートサービスメンが移乗し易い海面があるような場所、東京湾でいえば、久里浜や、下田港等が昔にかえつてクローズアップするかも知れない。

大洋航海については、潜水航行が浮上航行かでその様子は大きく違い、潜水航行では浮上船との衝突防止や風波の影響を避けて速力を上げるためには潜水深度は深い方がよいのに反し、船位の測定や外部との通信連絡には浅い方がよい。また潜水船同志の衝突をさけるために、航路管制や深度管制を行う必要が生じて来るであろうし、港の近くに浮上から潜水、潜水から浮上にと移るための海域も国際的に取決める必要が生じるだろう。

11. 自動化船の船橋

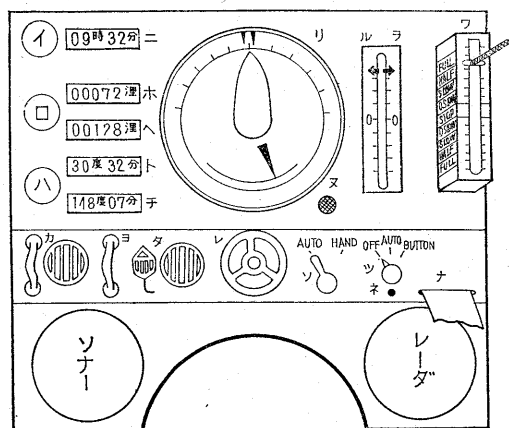
自動化船の予想像を述べるのは非常に勇気のいることである。というのはいろいろの仮定をおかなければならないからで、その第1は機械や計器の信頼性、第2に経済面のバランス、第3に人的構成と労務分担、第4に海運の機構特に国際的なつながり、第5に諸法規との関連、第6に乗員の教育訓練の目標というような問題があつて、これらが有機的に結びあつてゐるからである。

これらの問題はいずれも一朝一夕に解決されるものではなく、かつまた分離して進められるものでもない。しかしながら、いつれ解決されなければならないもので、今後各方面で十分に検討されて、一步一步自動化へ前進したいものと考える。

以上の点を了承していただいて、自動化船の船橋について一つの考えを述べて見よう。

船橋には操船コンソールを中心として、四方を見渡せる構造の操船コーナを設け、当直者は全船を通じて1～2名で足りるようにする。操船コンソールは、1. 風向風力計、2. 錨鎖計、3. 水深計、4. 時計、5. 航程計、6. 残航計、7. 現在緯度、8. 現在経度、9. パイロット表示盤、10. オートパイロット針路設定つまみ、11. 速力計、12. 回転計、13. 機関遠隔縦樑、14. VHF電話、15. 船内電話、16. 船内通達装置、17. 舵輪、18. 自動手動パイロット切換、19. ホイツスル切替、20. ホイツスル押鉛、21. エンジンロガー、

22. レーダ、23. ソーナ等を組込んだもので1次的なコントロールが出来るものであることが望ましい。第13図は東京商船大学で考えたその一例である。



- | | |
|----------|--------------|
| イ…風向風力計 | ワ：回転計 |
| ロ：錨鎖計 | ワ：機関遠隔操縦 |
| ハ：水深計 | カ：VHF電話 |
| ニ：時計 | ヨ：船内電話 |
| ホ：航程計 | タ：拡声器 |
| ヘ：残航計 | レ：手動操舵輪 |
| ト：緯度 | ソ：手動自動切替 |
| チ：経度 | ツ：ホイットスルスイッチ |
| リ：操舵盤 | ネ：ホイットスル押鈕 |
| ヌ：針路設定ノブ | ナ：データロガー |
| ル：速力計 | |

第13図 操船コンソール

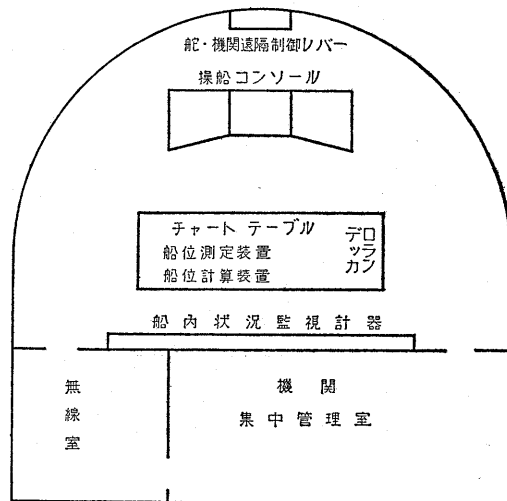
操船コンソールの近くには船位記録盤ならびに無線通信盤を置いて、船位記録盤は船位測定装置からの情報によつてチェックされた推測位置が記録されて行く、数種の船位測定装置のどれを用いるかは、その海域によりまた気象海象等の条件によつて違うので、この判断は当直者が行い適当に切替えてやらなければならない。また無線通信盤は自動受信器および、自動送信器を主体としたもので、船橋ではその管制盤によつて手軽に送受信出来るものであることが必要である。また定時的な報告はデータ測定と共に自動的に行われることが望まれる。

船橋にはこの他第1段の警報や状態表示盤が適当に配置されているし、船橋後部には船体関係の集中管理のためのグラフィックパネルや、機関管理のためのグラフィックパネルとを置いた部屋を持ち、船体関係のグラフィックパネルには、トリム、傾斜をはじめ、船体諸状態や載貨状態、船倉内の温度湿度、火災や浸水の状況等の表示をはじめ、ある程度の処理装置を置く。また必要なものは記録計を置き、1カ所に集めて記録させる。

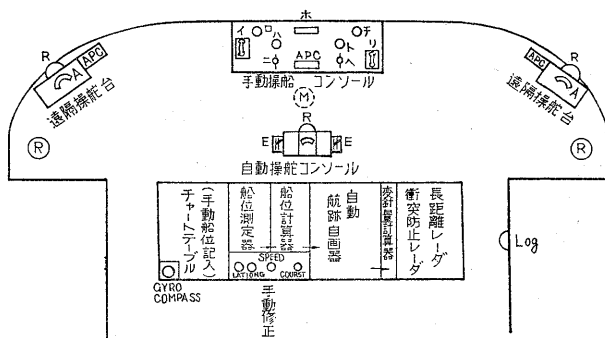
機関管理のグラフィックパネルは、各系統が一目で分り、監視出来ると共に、遠隔制御出来るようになっていり、必要に応じ記録計を置く。いづれも警報装置を備

え、当直者はこの警報に応じて、このパネで故障箇所を発見すると共に応急処置を行うことが出来るというようなものが考えられる。

第14図はこのような船橋配置の予想図であるが、これにやや近い想像図が、英国でも発表されている。第15図はその例である。また総合の航海装置として米国のCurtis T. Clayton氏が画いた例を第16図に示した。

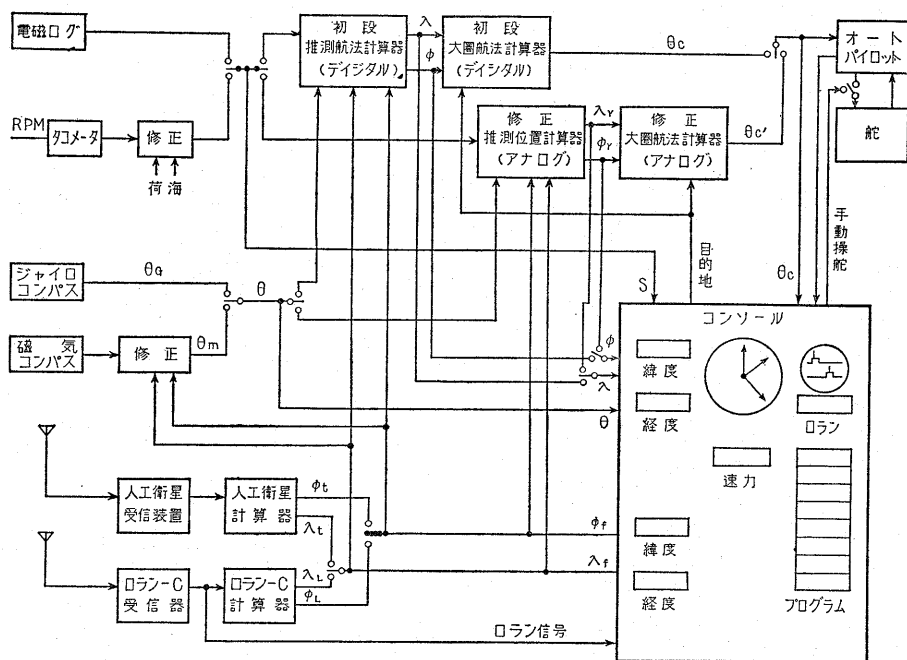


第14図 自動化船船橋配置の1例



- | | |
|--------------------|---------|
| A：舵角指示器 | |
| R：レピータ | |
| E：エンジンテレグラフ | |
| M：磁気コンパス (反映式) | |
| A P C：横プロペラコントローラー | |
| イ：船内電話 | ヘ：主機管制器 |
| ロ：回転計 | ト：音響測深儀 |
| ハ：舵角指示器 | チ：回転計 |
| ニ：主機管制器 | リ：VHF電話 |
| ホ：船首方向指示 | |

第15図 英国「Interim」号橋船配置案



第 16 図

12. あとがき

意のつくせない面も多々ありますが、船舶の自動化への道的一端でも示し得て、読者の御役に立てば幸いと信じこの稿を閉じますが、最後に読者諸賢の御批判を賜りたいと存じます。

参 考 文 献

- 1 船舶自動制御研究会：船舶とオートメーション船舶 7. Vol. 32~6. Vol. 33
- 2 鮫島直人他7名：船舶の自動化にともなう船橋管制盤の一考察 日本航海学会誌第27号, 37. 6
- 3 庄司和民：航法の自動化 海運 37. 6. 1
- 4 阿部典親：自動航法と推測航法 船舶 8. Vol. 35 1962
- 5 Curtir T. Clayton, Asystems engineering basis for ship automation, Naval Engineers journal May, 1962.

レーダ観測者の資格について

日本船主協会 真 田 良

1. まえがき

レーダが普及するにつれて、レーダ装備船の事故の発生も多くなつて来たので、世界各国ではレーダ観測者の訓練とその資格について意を用いるようになって来た。勿論それらの事故は観測者の未熟にのみ原因があるものではないが、レーダの画期的な威力を過信するの余り、これに頼りすぎることも一因として挙げられるので、レーダの性能の限界を把握し、充分な映像判断の能力を観測者に与えることが急がれたわけである。次に国際船主協会の無線委員会でのべられた各国の発言から、レーダ観測者の資格についての各国の考え方をまとめて書いて見た。これが我国のこれらの問題に関して参考となれば幸いである。

2. 各国の状況

英国、1957年6月1日より外航の二等航航士、及び内航の航海士の免許を得るには、英国規則による船長及び航航士試験(Exn. 1)に通つた候補者が、公認レーダ観測者課程を受けて、運輸省および民間航空局の認める型式のレーダ観測者熟練免許を提示出来なければならない。

米国、1959年1月1日より発行される甲板士免許をとらんとする者、上級免許をとらんとする者、また大洋沿岸あるいは300総トン以上の五大湖のサービスに対する免許範囲の拡大をしようとする者は全て、レーダ観測者としての資格を得ることを必要とする。免許試験で他の科目は通過したが、レーダの科目を落した者は、6ヶ月以内にレーダだけについて再試験をうけることが出来る。Maritime Administration その他の政府管轄の学校(司令官に認められた)の教育課程修業証書は上記のような試験なしでレーダ観測者としての有資格者の証拠として受入れられる。

スウェーデン、1957年9月からレーダ免許(Swedish Radar Certificate)が発行されている。

デンマーク、1959年1月1日からレーダ免許(Danish Radar Certificate)が発行されている。

ノルウェー、特別な資格は発行していないが、船長資格試験のコースの中に入れてある。

西ドイツ、ノルウェーと同じである。

フランス、レーダの使用法は他の航海計器と同様に免許のための準備課程として航海学校で教えられるべきであ

る。

3. レーダ観測者の試験または講習内容

次にレーダ観測者の資格試験を設けている国の試験内容または特別講習の内容を紹介してみると次のようである。

米国では1958年4月18日の商船会議の公聴会と年次集会で考慮された結果新しい規定が新年から始まる定期専門試験のスケジュールの一部になつた。即ち船用レーダの正しい運用と利用の次のような方向が試験に取入れられる。

1. レーダの根本原理

- a) レーダ作動原理
- b) 船用レーダの作動と精度に影響する要素
- c) 標準的なレーダ装置の各部の機構と作動の概要

2. レーダの操作と使用

- a) 管制の目的と調整
- b) 異常作動、偽像、間接像等のレーダ現象の検知
- c) 海面反射と天候の影響
- d) 設計要素から生ずるレーダの限界
- e) レーダ各部の内部検査に見なければならない注意
- f) 距離および方位位測定
- g) 船の大きさや形や材質が表わす反射像の影響

3. レーダ情報の解釈と解析

- a) 他船の針路と速力の決定
- b) 横切状態、行逢状態、追越、被追越状態の時の最接近距離点の時刻、航路の決定
- c) 最初の針路速力を測定出来た他船の針路または速力の変更の検知
- d) 他船または他船群をレーダで観測して衝突を避けるため自船がとる針路速力を変えるべきか決めるために考慮すべき要素

4. プロットイング(図方に正しいすべての方法が用いられる)

- a) 相対プロットと真運動プロットの原理と方法
- b) プロットイングの実際問題

以上のようになっている。

一方英国ではレーダコースの訓練はレーダシミュレータを用いて最初のうち次のように行われた。

5日間のテストコースで1時に6名以下の受験生が適

切なトレーニングを受ける。

受講生は各組に別れ下記のトレーニングをうけた。

○コースの初めとして最初の一日は衝突防止として適切なレーダの使用について学んだ。相対運動の止析とシミュレータの使用により P P I 表示の適確な調整、コースおよびスピードの変更効果とジャイロスタビリゼーション。

○3 日間にわたって少くとも 6 件の困難な衝突事故の避航訓練、プロットイングおよびいかなる行動がこの場合必要であるか、船長およびレーダ運用者として受験生が互いに変るがわる組になつて行われた。

○残りの組は目標物の反響の測距と方位測定について観測者としての彼らのプロットの訓練が行われた。

○訓練後全受験生が加わつて討論が行われた。

○最後に今後発展のため必要と思われる問題について一般討論を行つた。

デンマークでは、レーダサービスに関する教育について、航海士免状のため教習課程に含まれまた試験を含みその教育は次のような内容である。

1. レーダの基本原則

2. レーダの配置と構成および正しい始動作業と調整法に関する案内

3. 航海用補助手段としてのレーダ即ち

- a 画像の解説と説明
- b 風と天候の影響
- c 位置の決定
- d 衝突警告
- e レーダ日誌
- f 機械と調整の概要
- g プロットイング

4. 結 論

以上が各国の様子であるが、我が国では御存知のように、甲種免状の試験科目の中にレーダを入れているのは、フランス、ドイツ、ノルウェー等と同じ方法と考えられる。しかし他の国はいづれもレーダシミュレータを使用する特別なレーダ講習に力を入れて居り、我が国でもこのような方法を取り入れて、少しでもレーダの観測の誤りによる事故を少なくする方向に努力すべきではないかと考えるものである。



人工衛星を用いた航法

防衛庁技術研究本部 伊 藤 実

I は し が き

大洋を航行するに当り古くから用いられてきた航法は周知の如く天文航法であり、これは任意の時刻に任意の天体の高度を測定して、それを別個に予め計算され予報された天球上の軌道における位置からの計算値と比較することにより船の位置の線を求める方法が一般に用いられる。

この方法によれば

1. 船位にかかわらず測定船位の精度がほぼ均一
 2. 何処でも使用できる
- という大きな利点を有するが反面
3. 天気の影きようを受ける
 4. 水平線を必要とする
 5. 計算に手間がかかる
 6. 同時観測に時間的制限をうける

等の欠点をまぬがれ難い、

これを補うものとして近來電波のいろいろな性質を利用した航法が数多く発表され実用化されている。代表的なもので沿岸海域ではレーダ、大洋航海にロランがあるが、

これによつて見れば上記 3, 4, 5, 6 は一応解決されたものと考えてもよいようである。

しかしながら電波航法をくわしく見ると、いろいろな問題が含まれている。

即ち

1. 送信局の地理的位置の制約
2. 電波伝ぱんの様相
 - (1) 大気中の長距離伝ぱんの問題
 - (2) 電離層による影きよう
3. 使用する波長によつては天候の影きよう
4. サービス地域の制限
5. 使用機器およびアンテナの故障破損
6. 機器の使用に対する自然又は人為的な妨害
7. 国際的協力の必要
8. 施設に要する費用

この外にエレクトロニクスを利用した推測航法機材と

して現在開発されているものには、

ドプラーレーダ

電磁ログ

慣性航法

等があるが、これらは推測航法の本質的な問題として、航走時間ならびに距離の増大につれて位置誤差の増加をきたす難点があるので、これのみに頼ることはできない。

このように上記の航法とも不満な点があるので、天文航法とエレクトロニクスを組み合わせ、前者の普遍性と後者の全天候性をあわせ持ち、同時に上に記した制約をなくした航法施設を開発する必要があると考えられてきた。

その成果の1つとして Radio Sextant が開発され、もう1つは人工衛星を利用した電波航法が、主として米国のぼう大な宇宙開発計画の1環として研究されている。

II 自然の天体を用いた電波航法

いわゆる星の数ほどある天体の中には、顕著な電波を出しているものが多数あり、これらは Radio Star と呼ばれている。これらの電波を測角すれば天測と同様にして、船位の決定を行なうことができる。電波測角に使用されるのは電波六分儀で、その詳細については本誌第2号所載の木村氏の論文（電波六分儀の解説、pp. 37~42）に記されたとおりである。

この装置による観測の強味は、天候昼夜の制約をうけにくいことの外に、高度と方位の同時測定が可能なので、単一観測による位置決定ができることと、トラッキングおよびプログラミングによる自動航法に利用できる点である。

現在電波六分儀による観測は太陽と月については成功しているが、これだけでは観測従つて船位決定に時間的な制約をうけるので、航海用には改良の余地が多いように考えられる。

III 人工衛星を用いた電波航法

前記のように、自然の天体の電波観測を航法に利用するためには種々の難点があるので、近年はなばなく登

場した人工衛星を使うやり方が考えられた。もともと人工衛星の軌道計算には衛星の通る空間に未知の要素が多いので、たえず衛星を追跡し、その測定値により修正を加えて行く必要がある。衛星は小さな物体なので、光学的追跡は極めて限られた時間以外は不可能であつて、電波を用いるのがより適している。衛星から無線信号を発射してこれを地上観測所で測定し、衛星の位置を決定するに当り直接測定できるパラメーターは、

1. 衛星の距離
2. " 高度
3. " 方位

ならびにこれらの変化率の6つである。

固定の地点においてこれらを観測し、衛星の正確な軌道が算定されておれば、逆に船舶航空機等からこれらの諸元を測定して自分の位置を求めることができる。

1例として、衛星と自船とが最も近づいたときの距離がわかれば、予報された衛星の軌道からそのときの衛星の方位がわかり船位を決定することが可能であつて、この方法は天測における子午線高度法に似た方法である。

このほか天測の Star sight や Runing fix と同じ方法も用いることができるのは当然である。

衛星の距離を測定する方法としてまず考えられるのはレーダを用いる方法であるが、目標が小さいので大きな出力を必要とし、一般的ではない。トランスポンダを衛星についで船舶等からの呼びかけに応じて特別の信号を発射し、レーダと同様の距離測定を行うやり方も考えられるが、同時に多数の船舶等から呼びかけたときは混乱を起す不利がある。

現在最も多く用いられている方法は、衛星につんである送信機の発する持続電波のドプラ偏移を測定する方法である。

IV 人工衛星によるドプラ航法

人工衛星の発する電波のドプラ偏移の観測はもともと人工衛星の軌道測定のために行われたもので、米国および英国においては1957~1958年にスプートニク1号の追跡および軌道計算に用いられ成功をおさめている。1958年には Dr. F. T. McClue により、既知の軌道を運行する人工衛星の電波のドプラ観測から逆に自己の位置を決定する航法が提案され、その後の研究開発の結果、位置精度を1/2 マイル以下におさえることに成功し、この目的のために打ち上げたトランシット 1-B, 2 A 衛星等により1960年以降実験がくり返されている。

本航法に必要な施設は次のとおりである。

1. 極めて安定した電波を出す送信機をもつた人工衛星
2. 衛星を追跡し正確な軌道データを計算する観測

所

3. 衛星に対する天測暦 (Ephemerides) を船舶航空機等の利用者に通信する設備
4. 衛星のドプラを測定し位置決定する装置

衛星自体については、これを航法に実用するためには常時観測のできることを望ましいのと、軌道計算が正確にできる必要とから、計画軌道と衛星数がきまつてくる。衛星の高度は低すぎると寿命も短く、大気により不規則な影きようをうけて軌道が乱れ、反対に高すぎると軌道計算の精度がおちる。現在地上400~1,000マイルの高さに打ち上げるのが最もよいといわれ、この高さの両極を通る円軌道に4個の衛星を運行させれば、地球上の殆んど全部の地域で1~1.5時間の時隔で有効な位置決定のための観測ができることになる。

人工衛星トランシット1および2号には周波数の極めて安定した(確度 10^{-8} ~ 10^{-9}) 持続電波を放射する送信機がつんである。送信出力は100mW位でトランジスタ化されていて、周波数は100~400MC位がよいとされている。この程度の電波ならば送信アンテナは簡単なものでよく、小型の衛星にもとう載可能である。

又この衛星の軌道データは地上にある監視局から船舶等に送るよりも、衛星自体から送つた方がよいので、衛星に記憶装置をつんでおき、地上の Injection 局から最近の軌道データ又はそれを天測暦データにしたものを送り、衛星の記憶装置にため込んでおいて時々このデータを衛星から放送させるようになっていく。

この記憶装置は記憶量、記憶時間とも少いので大した大きさのものではない。

又衛星内の発振器は極めて安定なので、これを時計に用いて Time synchronizing pulse を出すようになっており、さらにこれを地上の標準時計とチェックして修正量を送ることもできる。

こうすることにより全世界にわたる標準時がえられ、これとともに衛星から2分おきに放送されてくる軌道データとで、船舶航空機等の位置決定に必要なデータは全部えられるわけである。

衛星の軌道は地上の計算センタで正確な計算が行なわれ、これと前記の time correction signal とを12時間おきに injection station から衛星に送りこむ。この軌道データ算出のための地上固定の観測所は現在では10ヶ所もあれば十分であつて、衛星に働く力が解明されるに従つてこの数はへらすことができる。

人工衛星によるドプラ航法のための一連の手順は、

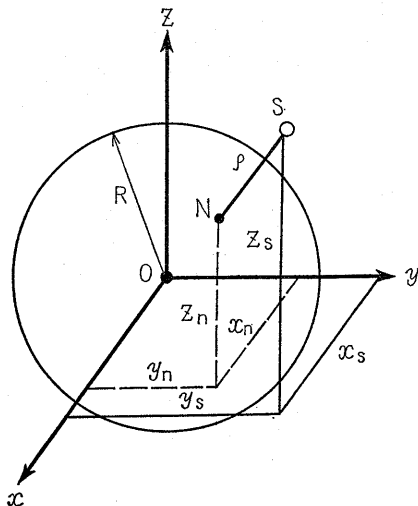
1. 地上観測所 (Tracking station) 衛星の正中時にドプラを測定し、その情報を計算センタへ送る。
2. 計算センタは、各観測所の正中時のドプラデータから12時間ごとに1回後の軌道を計算し、これを

Injection station へ送る。

3. ふつう各衛星が1日、2回 injecton center の有効距離間を通るとき、軌道データと time correction signal とを衛星に送る。この信号はまず衛星の前のメモリーを消し、次いで新しい軌道パラメータと time correction を書き込む。
4. 衛星は injection station から受けたこれらの信号を2分おきに送り、その他の時間は整数比の周波数の2つの電波を無変調持続波で送信する。
5. 船舶等は衛星が有効距離間にある時に受信機を働かせ、2つの周波数のドプラ偏移から電離層における屈折による誤差を修正した vacuum doppler データを記録し、これと衛星からの time standard により与えられる正確な時刻および周波数修正値を知り、軌道データとドプラ曲線をくみ合わせて位置を決定する。この方法は continuous real time correction と呼ばれる。

V ドプラ航法の計算

上記のようにこの航法では衛星電波のドプラ偏移を測定して船舶航空機の位置を求める方法をとるが、そのドプラ変移を Δf とすれば真空中では



第1図 慣性空間における直交座標系

$$\Delta f_1 = -\frac{f}{c} \dot{p} \quad (1)$$

である。

ただし f : 発信周波数

p : 衛星と船舶等の直距離

$\dot{p}$: p の時間に対する変化率

c : 電波の速度

とする。即ち vacuum doppler shift は1つの電波に関しては p のみの関数である。

今これを計算するため、第1図のように地球の中心を原点とする直交座標系を考えると、 x_s, y_s, z_s を衛星の位置、 x_n, y_n, z_n を船位として、

$$p = [(x_s - x_n)^2 + (y_s - y_n)^2 + (z_s - z_n)^2]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

時間につき微分すれば

$$\dot{p} = \frac{(x_s - x_n)(\dot{x}_s - \dot{x}_n) + (y_s - y_n)(\dot{y}_s - \dot{y}_n) + (z_s - z_n)(\dot{z}_s - \dot{z}_n)}{p} \quad (3)$$

したがって

$$\Delta f_1 = -\frac{f}{c} \frac{(x_s - x_n)(\dot{x}_s - \dot{x}_n) + (y_s - y_n)(\dot{y}_s - \dot{y}_n) + (z_s - z_n)(\dot{z}_s - \dot{z}_n)}{[(x_s - x_n)^2 + (y_s - y_n)^2 + (z_s - z_n)^2]^{\frac{1}{2}}} \quad (4)$$

上式中 x_s, y_s, z_s 等は衛星からの ephemerides で与えられ、 x_n, y_n, z_n は船舶等の運動で既知の量であるから、 Δf_1 は x_n, y_n, z_n のみについての方程式であり、かつ地球表面では

$$x_n^2 + y_n^2 + z_n^2 = R^2 \quad (5)$$

だから Δf_1 の測定値が2個あれば(4)、(5)式から x_n, y_n, z_n は計算でき、球面座標への変換により経緯度による位置が決定できることになる。

実際には衛星からの電波は電離層を通過して来るが、電離層における電子密度は時間とともに変化するので、衛星からの電波の屈折率が変り、したがって電波の通過する距離が伸縮する。これはあたかも衛星と受信点との距離が変化することと同じことなので電波にドプラ偏移を生じ位置決定にあたり誤差の原因となる。

電離層によるこの影響は次のようにあらわされる。

$$\Delta f_2 = \frac{1}{2fc} \int_{pg} k n dS + O\left(\frac{f N^4}{f}\right) \quad (6)$$

ここに pg : 衛星からの電波の通路

k : 定数

n : 電離層中の電子密度

dS : 電波通路の微小長さ

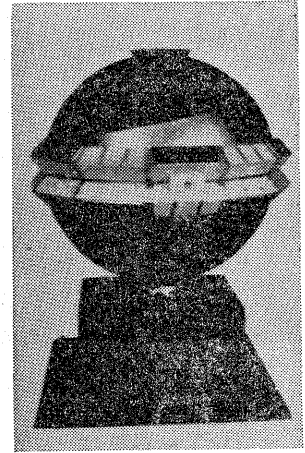
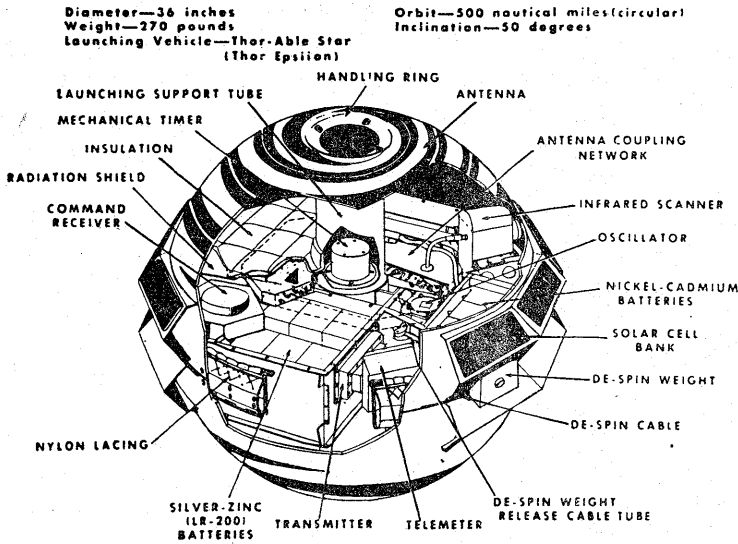
fN : 電離層のプラズマ周波数 (N の関数)

すなわち電離層屈折によるドプラ偏移は電波通路にそつた総電子量の変化率の関数である。

これに対する修正は陸上観測所の電離層観測にものづく予報値により受信局で行なつてもよいが、実際には同時に2つの周波数を受信すれば(6)式の n を消去できるので、これにより continuous real time correction を行なう。

第2図 Transit 1 B衛星

外 観



VI 人工衛星

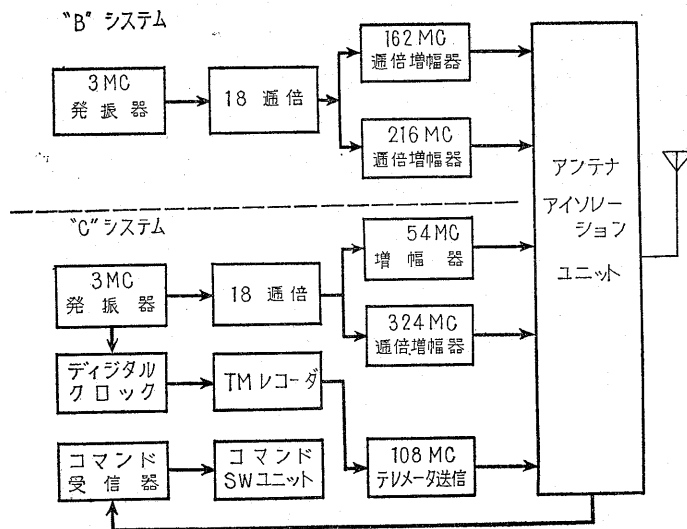
トランシット1Bの外観等は第2図のとおり、外径約36時のほぼ球体でグラスファイバをフェノール樹脂でモールドしたハニカムサンドイッチ構造で、赤道部には太陽電池がとりまいていて、球体の外面には送信用 Spiral slot アンテナをはりつけてある。

航法電波送信機は外径約35時、高さ10時の円筒に納めて2つの半球状の外殻の間にとりつけられてほぼ球体をつくっている。

送信部等の系統図は第3図に示すとおりで、54~324

MCの間で作動する送信部が4個あり、その他にデジタル時計やテレメータ送信機等が装備されている。送信部は2個ずつ1システムとなり、各システムにはそれぞれ独立した3MCの周波数の安定な発信器の発振周波数を所要の周波数まで通倍するようになっていて、これにより位相比較による two-frequency real time correction と、 four-frequency refraction investigation とができるようになっている。

上記2つのシステムはできるだけ互に独立に働くように作られていても一方のシステムが故障しても、他の



第3図 Transit 2 A 系統図

一方は航法電波の発射を続け、利用に支障を来たさないようになっている。各出力管の出力は $\frac{\lambda}{4}$ フィーダのアンテナアイソレーションユニットを通つて衛星外殻球体にはりつけたスパイラルスロットアンテナから放射される。デジタルロックはこのシステムのタイミングを管制する。

衛星にはこれらの外、軌道付近の空間の温度や太陽電池の充電電圧などを地上に送るテレメータ送信機や地上からの指令をうけるコマンド受信機などを装備しており、これらの電源として Ni-Cd 電池とこれを充電する太陽電池群をもっている。1 Bではこの他にCシステム用電源として銀電池を備えてあり、その寿命は60日であったが、2 Aからは全部 Ni-Cd 電池でまかなうことになった。

この衛星の送信電波は、そのドプラ偏移を測定するので、周波数安定度が極めて重要である。2 Aにおいては原振の水晶は基本A Tカットであつて、0~50°Cの範囲内1°Cで当り周波数変動は 5×10^{-8} 以下に抑えてあり、この水晶とトランジスタ化されたコルピッツ発振回路はガラスファイバとアルミ箔で三重に熱遮へいた魔法瓶に納め軌道にのつてから、この内部を真空にしてあるので、衛星の運行中の温度差は魔法瓶の外殻で約1°Cに保たれ、原振周波数変動は15分間で測つて 5×10^{-9} 以下、短時間内に平均からのズレはr, m, s, で $2 \sim 4 \times 10^{-10}$ と極めて高安定度に保たれる。

この発振周波はB, Cシステム独自のA B級エミッタ接地の周波数通倍回路で $3 \times 3 \times 2$ 倍して54MCに上げ出力段に各25mWのパワーを送る。

出力段では、この54MCを予め定められたようにBシステムでは162MCと216MC、Cシステムでは54MCと

324MCに周波数通倍と電力増巾を行なつて、50~200 mWの出力をアンテナアイソレーションユニットへ送る。なおこれら航法用電波の外に108MCでテレメータと基準時間が送られる。トランシット1 Bでは2 Aとや異なり航法用の216MCおよび108MCにテレメータ情報をのせている。

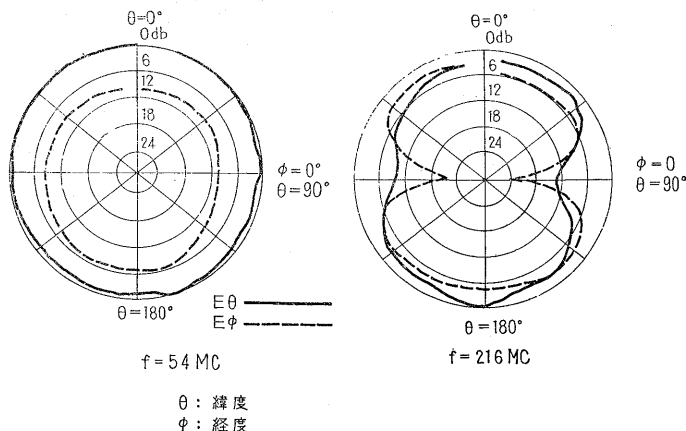
衛星の空中線は構造簡単な広帯空中線（周波数比1:6）の必要から右廻りおよび左廻りのログスパイラル空中線が使用される。

衛星の2つの半球状外殻にはりつけたの空中線は両極から赤道を見てそれぞれ右廻りと左廻りのらせん状導体で給電点は両極にあり、赤道部は互に絶縁されている。給電点付近では電波は円偏波であるが、らせんにそつて進む間にだ円偏波となり、さらに赤道付近では相対する各半球上の2点では同相の直線偏波になる。

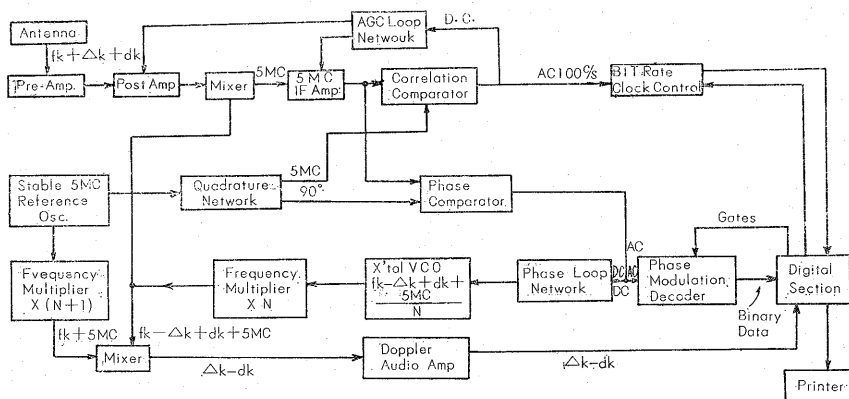
この空中線から放射される電波のパターンを垂直および水平偏波成分につき測定した結果は第4図のとおりであつて、周波数の高い方ではある程度方向性をもつようになり、地上での受信に一時的な障害をきたすことがある。又この空中線の利得は半波ダイポールよりも数db低い程度である。又給電線のインピーダンスは50Ωに整合がとつてあり、かつアイソレーションユニットを入れた損失は1db以下である。

VII 受信装置

人工衛星からの電波を受信して、それから自局の位置を算出するための受信装置は、まだ実験の段階にあり、船舶乃至航空機とう載用の簡便な実用装置はでき上つていない。現在用いられているのは、かなり大がかりな計算機を備えたもので、単一周波数受信用のもので第5図のような構成をもっているものがある。



第4図 トランシット衛星の空中線パターン



第5図 受信装置

受信空中線から位相ロック式受信機に入った衛星の電波は、周波数確度の極めて高い局発周波数と混合して、ドブラ偏移を含んだビート周波数を取り出し、これを増巾してデジタル部の計数回路に入る。計数回路では clock counter のパルスにより入力のだブラ周期を読み取り、プリンタで10進法7数字で紙テープに印字される。なお受信機のVCOは、中間周波数と内蔵した周波数安定度の極めて高い5MC原振器の発振周波との位相比較によつて、常に受信機出力がドブラ偏移を正しく与えるようになっている。

計数が始まる。

衛星からはCWに引き続き、軌道データが送られて来て、受信機の位相複調器で解読されプリンタにより、ドブラデータについて、±6分間のデータが2分おきの値で同一テープに印字される。このテープ印字の1例は第6図に示す型式になっている。

図中 Fixed memory というのは軌道データの標準値をさし、これは12時間一定であつて、ephemerides part は、現在の前後6分間における2分おきの修正量である。

このようにして受信局では、ある時刻におけるドブラ周波数ではなく、一定時間内のドブラ変移の積分値を計っているわけである。

前記(1)式に、電離層による影響分 δ を加味すると

$$\Delta f_1 = -\frac{f}{c} \dot{p} + \Delta f_2 \quad (1')$$

Δf_1 の t_1 から t_2 までの積分値を Nb とすると

$$\begin{aligned} Nb &= \int_{t_1}^{t_2} \Delta f_1 dt = -\frac{f}{c} \int_{t_1}^{t_2} \dot{p} dt + (t_2 - t_1) \Delta f_2 \\ &= -\frac{f}{c} (p_2 - p_1) + (t_2 - t_1) \Delta f_2 \quad (7) \end{aligned}$$

とかける。

このように、ドブラ積分値を用いることは、雑音による影響を除くとともに、衛星の変距率でなく、距離差を測定することにより計算を簡単にできる利点を有する。

距離差一定な点の軌跡は、回転双曲面であり、その焦点は衛星の位置から与えられるので、カーブマッチングと座標変換により受信局の位置がえられる。

電離層屈折による Δf_2 の修正は、前記のように2周波数の同時測定で相殺するのがよいが、単一周波数による場合は、ドブラ計測を3回行ない、3本の位置の線が、同じ Δf_2 に対し一点で交わるように修正してもできる。

```

2578913—ドブラ—シフト
-103243481
-111371910
-120921251
-110367844
-141022031
-000370861
-012113225
-024364631
} Ephemerides Part

+ 53217631
+ 14765220
+ 65412830
+ 91753900
+ 75095000
+ 25846300
+ 52159360
+ 35780000
- 15920000
+ 69725309
+ 75325340
+ 69541003
} Fixed Memory

3840263—ドブラ—シフト
-111371814
-1200218
-1307
-1

```

第6図 受信テープの1例

受信局では、衛星からのタイムパルスにより、clock counter による計数が始まり、次のタイムパルスが来たとき、計数を続けながらその瞬間のカウンタ出力を読み取つて行く。もし入力信号に対して、受信機の位相ロックが外れると、計数は止まり、次のタイムパルスで再び

実際にはこれらの計算は、相当煩雑なので、現在は、デジタル計算機が多く用いられている。

VIII む す び

上記のように、人工衛星による航法は種々の利点を有し、なお追跡局や計算センタも、ロラン等にくらべ少数ですむ等のことから、米国においては Transit Project として引き続き実験が推進されている。

ただ受信局の設備はやや大型複雑になるので現在ただちに商用に供するには難点があり、今後において計算を簡単化するような ephemerides の内容ならびに計算図表等の作成などが望まれる。

一方現在宇宙開発の一環として、衛星の打ち上げが盛んに行なわれている現状から考えあわせて、地球全表面をカバーする航法施設の 1 つとして衛星が広く実用に供される日も近いと考えられる。

参 考 文 献

Navigation Using Signals from High Altitude Satellites by A. B. moody

A Satellite Doppler Navigation by W. G. Guier and G. C. Weiffenbach

Measurement of Doppler Shift of Radio Transmission from Satellites by G. C. Weiffenbach

以上 Proc. I. R. E. Apr 1960

Navigation Satellite by Schreiber, Electrical Engineering Dec. 1960

The Transit System by R. B. Kershner and R. R. Newton, Journal of The Institute of Navigation Apr. 1962

西独デュツセルドルフにおける国際航法会議

東京商船大学 鮫 島 直 人

ま え が き

1961年5月16日17日および18日の3日間、西独デュツセルドルフで、ドイツ電波航法学会、イギリス航法学会、フランス航法学会の3学会共同主催による第3回国際航法会議が開かれた。私は本会ならびに関係団体会社の推薦と援助によつて、これに出席する機会を与えられたので、ここにその時の大要を報告することにした。すでにその後大分日が経つて、証文の出しおくれの感があるが、会誌編集の都合上、おそくなつた点をお許し願いたい。

日本からは私の外に、東大航空研究所の岡田実教授、丹羽登助教授および東京芝浦電気の中恒夫氏が出席して、それぞれ研究論文を発表された。

会議の報告に先だつて、戦後開かれたこの種の航法に関する国際会議を振りかえつて見るのも、何かの参考になるかと思う。

航海というものの性質上、その航行援助施設は国際的に規制あるいは統一することが望ましいので、終戦の翌年1946年には早くも第1回の電波航法国際会議 (International Meeting on Radio-Aids to Marine Navigation. IMRAMN.) がロンドンで開かれた。そして戦時中各国でそれぞれ発達した電波航法施設を互に紹介し、これらの平和利用について協議が行なわれた。

引続きその翌年1947年に、第2回の電波航法国際会議がニューヨークで開かれ、イギリスのサー・ワットソン・ワットを始め、31個国から多数の代表が集つて、利用目的に応じ電波航法施設を統一しようと試みたが、英米の対立によつてそれは失敗に終つた。

しかしレーダーの性能の最低基準など、技術上の点で得られた成果は、その翌年1948年の国際海上人命安全条約に、勧告として取り入れられた。当時わが国はまだ占領下にあつたので、これらの会議には何れも参加しておらない。

その後数年を経て、また国際海上人命安全会議が開かれる気運が出てきたので、その下準備もあつて、1957年5月に航海用レーダー使用に関する国際会議が、イタリアの

ゼノアで開かれた。そして特にレーダー装備船の衝突防止について各国の活潑な意見が交換された。わが国からは船主協会代表として、ロンドン駐在の関谷船長 (日本郵船) が出席され、その時の模様は本会の席上で、片桐海務部長 (日本郵船) から伺つたので、会員の方々は御記憶のことと思う。

また同年の6月には、英独仏航法3学会主催による第1回の国際航法会議がロンドンで開かれ、「船舶および航空機に取付けられた装置による衝突防止」という議題で、主としてレーダー装備船の衝突予防規則の改正問題が論議された。そしてさらに専門委員会を設けて研究を続け、その結果は次の海上人命安全会議に強く反映されている。

なお国際海運連盟 (International Chamber of Shipping. ICS.) の1958年5月の総会には、山県日本船主協会会長も出席され、その中の無線委員会 (Radio Committee) では、電波航法に関する諸問題の研究を始めている。またイギリス海運集会所およびリバープール船主協会によつて設立されているRAS (Radio Advisory Service) では、斯界の長老キャプテン・ワイリーを所長として、有能な専門家を抱え、レーダーやVHFテレフォン等について調査研究を開始し、安全会議に対する準備を進めている。

一方独乙の電波航法学会では、1951年創立以来年次大会には外国も招待して、1956年のハンブルグ大会の時には、柳井久美教授 (東京大学) が出席され、1958年のベルリン大会には、小林正次氏 (日本電気)、仲丸由正氏 (日本電気)、猪瀬博博士 (東京大学) が出席された。このベルリン大会の様子は、小林正次氏から承る機会を、われわれ会員に与えられた。

1959年4月には、第2回の3学会主催国際航法会議がパリで開かれ、「航法の自動化」という主題で論議された。わが国からは森田清前会長 (東京工大) と、落合徳臣氏 (東京計器) とが出席され、その時の大要は本会で報告されたので、御承知のことと思う。

以上のような経過をたどつて行なわれた一連の国際会議の成果は、最終的には1960年5月に開かれた国際海上

人命安全会議に持ち込まれ、条約または勧告等に取り入れられたのである。この会議にはわが国からも多数の代表が参加し、本会員北川次郎船長（航海訓練所）も出席されたことは、御存じの通りである。

今回私が出席したのは、3学会主催による第3回の航法会議で、「陸上施設による海空における衝突防止」という主題で、第1回の「船舶および航空機に取り付けられた装置による…」という議題に対応するものである。今回の参加国は15個国で、集った人員は約420名であった。

会議の様様

今回の会議に当てられた建物は、パルメンストラツセにある学会館、別名カール・アーノルド・ハウスであった。リンデンの緑したたる優雅な公園フロラガルテンの一隅に建てられたこの会館は、最新の設備を誇る近代建築である。

会館の正面入口の左右には、参加国の国旗が林立して掲げられ、その中には日の丸の旗も翻っていた。

大会は5月16日午前9時、50人ばかりからなるフランス軍楽隊の奏する荘重な音楽によつて開会された。学会の開会も音楽によつて始められるとは、さすが音楽の国ドイツであると感心した。

しかしフランスの軍楽隊とは一寸不思議に思われたが、それは後で来賓の一人としてフランス大使の祝辞があつたので、大使からの贈物であることがわかつた。閉会の時には、イギリス大使の挨拶があつて、イギリス軍楽隊の奏楽の裡に幕を閉じたのも、やはり同じことであつた。

音楽に続いて、ドイツ電波航法学会々長プラント博士（ノルドライン・ウエストファーレン州の経済交通大臣）の開会の挨拶があつた。次に州首相フランツ・マイヤース博士は渡米中で留守のため、その代理によつて祝辞が述べられた。

連邦運輸大臣ゼーボーム博士の雄弁な挨拶に続いて、最後にボン駐在のフランス大使の祝辞があつて、奏楽の裡に式典を終つた。

10時から海についての序論として、英国船主協会所属RASの会長キャブテン・ワイリーの特別講演が、「1960年の海上人命安全会議の功績」という題で行なわれた。それはレーダ装備船の衝突予防法関係の問題に限られていたが、敢界の第一人者だけに簡にして要を得たものであつた。氏の所見として、過去15年間に問題となつたすべての点は、この安全会議で一応解決されたが、ただ第16条(h)(b)について、レーダでは他船を確認できないと決定された点には、なお多くの議論の余地が残されていると述べられたことは、注目に値する。

続いて航空については、イギリス航海学会々長アンダーソン空軍中佐の特別講演があつた。

日本と違って、英米仏伊等の諸国では、航海学会(Institute of Navigation)の中に航空も含まれており、正確には航海航空学会といわなければならないが、学術会議等では航法学会と呼んでいる。われわれには一寸耳馳れないので、異質なものを思わせるが、どうも適当な言葉がないようである。

午後は、海と空に分れて論文の発表あるいは討論が行なわれた。室は大講堂の外に、三つ四つの中小講堂があつて、何れもイヤホーンの設備があり、同時通訳による英独仏のどれでも好きな言葉を選択できるようになっている。討論室では、各自のテーブルにイヤホーンの外にマイクも使えるようになっていた。

すべて掲図は用いないで、スライドまたは映画で説明することになっているので、講演者は前刷りと同時に、その準備をしておかないと失敗する。

今次大会の準備、接待等一切は、ドイツ電波航法学会の理事長マルティニ氏によつて行なわれたもので、その苦労は並大抵ではなかつたろうと思われる。大会終了に当つて、特にイギリスのアンダーソン会長が立つて、ドイツ人以外の参加者の起立を求め、マルティニ氏に謝辞を述べて、その労をねぎらつた。

研究報告

発表された論文の数は80編余りで、その外にディスカッションも行なわれたので、毎日午前9時から夕方おそくまで熱心に討議された。

ここでは紙面が限られているので、海に関する論文の内興味のあるものを採り上げて、その要旨を報告することとしたい。なお論文の発表は、河川航海、沿岸および狭水路航海、深海航海の三つに大きく区分して行なわれたが、ライン川のような大きな水路は日本には無いので、河川航海に関するものは省略する。

論文および討論を通じて、皆に最も関心を持たれ、本会議の中心となつたのは、ハーバー・レーダによる誘導と運航管理の問題であつた。その次には、船舶の密集する海面に、掃海水路のような指定航行水路を設け、一方交通にして衝突を防止しようという問題であつた。これについては最後のこの会議の結論のところに述べてるように、3学会合同の小委員会を作つて研究することになつた。

I Coastal and Narrow-Water Navigation

- (1) Drawing the Line at Sea. (リーダーケーブルによる指定航行水路の設定について) L. S. LePage. (イギリス海軍技術研究所)

- a) Traffic lane (航行水路) を設定する上でのリーダーケーブルの将来性。
- b) リーダーケーブルの歴史。
- c) リーダーケーブル方式の構成、性能および限界。
- d) 現在の航海状態に対するリーダーケーブルの応用。

リーダーケーブルは、1892年 Stephenson の特許に始まり、英独仏米で興味を持たれたが、次第に衰えた。しかし第2次大戦でイギリス海軍用として大改良が加えられた。

昔は 500 サイクルを用いたが、1946年イギリス海軍では70~90サイクルを用いた。そして受信器にはブラウン管2個を用い、距離と方向を知ることができる。

最近となえられている指定航行水路の設定には、このリーダーケーブルの利用もその一つの方法であろう。

- (2) Land-based Radio-aids (with exclusion of Radar) as indirect aids for the Reduction of Collision Risks. (Position Finding and Navigational-aids and also Communication Aids), Capitain W. Sohnke (運輸省海事部, ハンブルグ)

グレートレークでは無線電話が盛んに実用に供されているのに、欧州に来ると失望する。なぜ国際的に定められた周波数の VHF 無線電話を船に備えないのか。

1960年12月現在、VHF を取付けた独乙船 229 隻の中、174 隻が漁船で、残り55隻が定期船、タンカー、曳船、ランチ、ヨットであると聞いて考えさせられる。70万円位の VHF 代は、霧中航行の場合にすぐ取返えすだろう。

パイロットの携帯用 VHF は一時しのぎであつて、レーダを見ながら通話できないから、大型船では2人のパイロットが必要になる。VHF を船に取付けておれば、霧中洋上で他船との位置の交換ができるし、またパイロットボートとの連絡、入港前に代理店との打合せ、荷役準備の連絡等の利益がある。

次に灯船の識別の問題であるが、船の横にレーダ・リフレクタを張りめぐらす方法、またはパルス波を発信させる方法等が考えられる。あるいは指定航行水路に、3 cm や 10cm のビームを用いることは可能であろう。

次にドーバーやサンデテューのような交通頻繁なところでは、強制航行水路の設定が研究されているが、これは海員に大いに歓迎されるところであつて、この水路の航行には、双曲線航法は有効である。

- (3) A Coastal Master's View of Land-based Collision Avoidance Radio Aids, Capitain J. Fontaine. (船舶無線会社, パリー)

あらゆる航行援助施設の指示装置は、船長または当直士官の直接管理下にあつて、それによる情報の信頼度を

常に判断できるようなものでなければならない。

外洋、沿岸、水道にあるブイや陸標を、レーダで識別できるように改善することが望ましい。レーダ・リフレクタや、応答ビーコンを取付けることは最も有効である。

指定航行水路の設定も結構であるが、立法措置と管理機関を設ける必要があり、経費の点は別にしても、色々困難な問題がある。

VHF 無線電話を併置したレーダ・ステーションの発達を促進したい。そして船にも当然 VHF を装備しなければならない。それらによつて船舶の識別ができるし、また情報が与えられる。

- (4) Some Recent Developments in Radio Aids to Marine Navigation A. C. Mack Kellar. (トリニティー・ハウス研究部)

無線航行援助方式は、次の三つに分けられる。

- a) 長距離援助で、80kc 以下のもの
- b) 中距離援助で、300kc 前後のもの
- c) 近距離援助で、150mc 以上のもの

最近北大西洋で開局したデクトラは、70kc の位相比較方式で、大圏航路上で天測に近い精度が得られる。そして西航と東航とを別々のレーンに分けて、衝突を防止することができる。

最近10年間に、トリニティーハウスの灯船に衝突した事件が21件もある。灯船の識別法として、インバンド・レイコンが商品として作られ、パーおよびキツシュの灯船に実用に供されている。インバンドは船が近づくとサイドロープで干渉を生ずる欠点があるので、この欠点を除くため、アウトバンド・レイコンが開発されつつある。これはブイにも簡単に取付けられるが、船内レーダには附加装置が必要である。

船の密集海面では、VHF 無線電話が必要である。これによつてレーダ・ステーションから風力、風向、視程、潮汐および附近の船の針路、速力等の情報が、時間をかけて観測しなくともすぐ聞くことができる。

- (5) VHF Ship-to-Shore Radio Bearings as a Means for Preventing Collisions at Sea. Dr. M. Wachtler (プラッツ会社, ハンブルグ)

衝突防止の手段として、レーダに方向探知機を組合せる方法がある。航空機ではすでに VHF 通話の一語または二語でも、直ちに方位の指示が得られるようになってい

る。この VHF 方探には、2チャンネル直視方探と、VHF 附加装置方探との2種類がある。

2チャンネル方探は、ワットソン・ワットの原理によつて、8年前から中間周波用方探として用いられているのと変らない。短かい通話を捉えて、すぐ正しいセンス

を示させるために、補助空中線に第3増幅器が必要である。これによつて正しい指示輝線が現われるので、方位を直読することができる。

2チャンネル方式の特長は、方位指示後の形から、干渉の有無がわかり、信頼度を判断することができることと、2つの電波を同時に測定することもできることなどである。

VHF 方探で困ることは、通話船の近くに他船が居ると、再輻射による干渉が起つて大きな誤差を生ずる点である。2チャンネル方式だと、この場合には方位指示線が楕円形になるので、干渉のあることをすぐ知ることができる。

空中線は、H型アドコック式を用いている。

次に VHF に附加装置をつけ、方位測定をする方式があるが、これは在来ゴニオメータ式と同じ原理で、ブラウン管に8字形またはプロペラ型、あるいは補助空中線の結合を工夫することによつて、木の葉型の輝線が現われ、センスを直読することができる。

この方式は割合に簡単であるから、船舶の VHF に附加し、方探も電話のそばに設置して、通話しながら方位を知ることができる。

(6) The Contribution of Shore Radar to the Avoidance of Collision at Sea. Capt. R. Betton. (ルアーブル港長)

ハーバーレーダは、衝突防止に寄与できるか？ この問題が今度の会議の主題であると思う。

霧中港口に接近した船の船長で、ハーバーレーダに対して疑いを持ち、自分の船のレーダだけで入港しようとする者があるが、ルアーブルにおける7年間の経験によると、これは好ましくない結果を示している。船のレーダはたとえ最新式のツルモーションであつても、陸岸に接近して狭水路を航行するには、充分ではない。

領海、港外、および港内における治安、管理等の海事行政は、フランスでは非常に複雑で、海軍省、建設省、商船省等にまたがついて不便であるが、ヨーロッパの他の諸国でも同様である。これは一つの役所に統合すべきである。

今日の技術ではレーダによつて入港船の監視が可能であるが、実際には港務部当局によつて航行管制、特に交通整理は行なわれていない。しかし航路の警察力が特に霧の場合には望ましい。船長ことに大型船の船長は、陸上官庁の介入を喜ばないけれども、安全の増進によつて得られる利益は大きい。

霧中航行には、命令と秩序が必要で、港務当局にその権限を与える必要がある。そのためには国際規則を制定すべきであつて、このような国際会議で法律的に検討し、定義しなければならない。

ハーバーレーダは、無線電話網を持たなければ、単なる鏡に過ぎない。ルアーブルでは、国際条約による割当に従つて、VHF 12, 14, 16, 20, 22チャンネルを用いている。船に設備が無い時は、パイロットが携帯用を持つて乗船する。

私は速かに規則を作つて、港務部の許可を得てハーバーレーダと連絡を保たなければ、入港を禁止するようにすべきであると思う。もしも無線電話を持たない船は、指定錨地に投錨して、霧がはれるまで待たなければならないことにすべきである。

このような航行管制の運用は、海上経験があり、正しい英語の話せる海員に担当させて、管制は圧制的でないような配慮がまた必要である。

(7) Shore Radar Control in a Port Entrance Area. Capt. J. F. Drijfhout van Hooff. (ロッテルダム水先管理所长)

港の出入船舶を管制するときの大原則をあげると、

- a) 3 哩の領海外では、外国船に対しては積極的な管制をする法的根拠はない。
- b) 船長は船の安全については全責任を持つので、誰もそれを分担することはできない。
- c) 港域内で他船や建造物に危険を与える恐れがあるときは、港務部は船の入港を禁止したり、曳船の追加を命じたりする責任がある。さらに進んで、船を誘導する規則を作らねばならない。
- d) 船の入港順序は、経済と航海安全との両面から考慮しなければならない。
- e) すべての規則は、どの港にも適用できるような一般的なものでなければならない。
- f) 管制の一般規則は、霧の場合も、また天候のよいときにも適用できるものでなければならない。

以上の原則に従つて管制すべきであつて、ハーバーレーダは船に情報を与えるのが仕事で、実際の誘導してはならない。私はこれがハーバーレーダの正しいあり方であると信ずる。そうでないと原則の (b) は破られることになる。

そこで港湾レーダ管制について、次の勧告をしたい。

- a) 海岸レーダ局には、英語の話せるラヂオオペレータを配置することが必要である。
- b) 港口海面の船舶に対して、厳重な制御は不必要であり、不適當である。
- c) 海岸レーダ局は、情報の供給及び交換をやるべきで、指令を出してはならない。
- d) 政府は港口海域を明確に定義し、パイロット用の VHF 周波数を指定すべきである。
- e) 海員に対しては、次のことを勧告する。港口海面を横切らないこと。霧中パイロット無しで入港しないこと。

いこと、VHFで常に聴守すること、海岸レーダ局に協力し、その要求に応ずること。

- (8) Forward Information. Commander J. Andrew. (サザンブトン港長)

国際船舶 VHF 無線電話条約が、1957年にヘーグ調印され、ヨーロッパ北部の国々の港湾管理および情報業務が非常に発達した。ハーバーレーダと VHF 電話とは、互に補足し合うものであつて、船の出入港を確保し、間接には狭水路における船舶の衝突防止に寄与する。

行動の基礎となる要素は、Forward Information (事前の情報) で、それについては理論よりも、サザンブトンにおける事前情報の使用例を示す方が、興味があると思う。

カルシヨット・レーダステーションは、サザンブトン水域の入口にあつて、港湾管理および情報業務の中心である。ワイト島の蔭で、西側にニードル、東側にナブのパイロット・ステーションがある。

視程短渾の時に、イギリス客船とポーランド客船とがサザンブトン・ドックから出港し、独乙客船がナブから、軍用船がニードルから入港するときの VHF 通話の例を示そう。4 隻の船の大きさは、14,000~35,000 吨である。(通話例省略、筆者註；アンドリュウ港長は、イギリス航海学会誌 14 巻 1 号、1961 年 1 月号に、船舶の運航管理とハーバーレーダについて長文の論文を発表している。筆者は会議終了後、各地のハーバーレーダを見学し、港長の意見を聞く機会が得られたが、アンドリュウ氏はロッテルダムのキャプテンホーフと同じく、情報は与えるが、一旦動き出した船に対しては、操船上の指示は与えないという主義である。それに対して、ルアーブルの港長キャプテン・ベトン、航行上の指令を出し得る権限を、規則に制定すべきであるという意見である。)

- (9) Factors Determining the Choice of Harbour Radar Equipment. Capt. G. J. A. Lumsden. (デッカ会社)

スキヤナーの設置位置は、必要海面を走査し、所要の探知距離が得られる高さにあつて、障害物によるサイドローブ反射の起らないような場所であればならない。また最小探知距離に適応させるためには、下向きにする必要がある。なお海面反射に対しても特別な考慮が必要である。

距離方位分解能が良くて鮮明な映像を得るには、デツカ 32 型のような短かいパルスと、大きな空中線が必要である。

ディスプレイは、オフセンターができ、インタースキャンによつて距離、方位測定ができるものでなくてはならない。PPI は 12 時より大きいものは必要がないが、2 つあるいは 3 つ備えて、分割拡大表示することが必要である。トランシーバーおよびディスプレイ等はすべて予

備装置を持つて、故障の場合には自動切換ができるようにしておかなければならない。

数ヶ所にスキヤナーを建てた場合、これを一つの中央管制局に遠隔表示させる必要があるが、それには陸上電線方式と、マイクロウェーブ方式との二通りがある。

(註：ハンブルグは前者を、ルアーブルは後者を採用している。)

水路のリーディングライン、水道の限界線、水深線、小さな浮標等を表示させるために、これらをスライドに書き入れ、ビデオ信号に変えてディスプレイに表示させる (Vidoe-mapping) 方式がある。これは船に情報を与えるについて、非常に重要である。

ハーバーレーダに関する資料として、第 1 表ディスプレイスポットの大きさ、第 2 表距離分解能、第 3 表距離で表わした角ビーム幅、第 4 表方位分解能、第 5 表理論的フレスネルゾーン、第 6 表ディスプレイの尺度等がある。

(表省略)

II Deep Sea Navigation

- (1) Sea-borne Traffic without Police Control. Capt. L. Oudet. (フランス水路部)

航路が集中する水域に、航行水路を指定するという方針は、ロンドンの海上人命安全会議で定められ、その予備の仕事が船会社に委託されたが、それには当然この英独仏の 3 学会が触媒の機関として必要である。

大洋航路の集中する所は沢山あるが、航路設定の必要なのは、大洋航路が顕著な岬等へ集まる水域である。扇のように八方に航路が拡がり、船はできるだけ近廻りして時間を節約しようとして集中する。また速力が増し、航海計器が発達するに従つて、船の集中は増し航路は狭くなりつつある。

集中海面で衝突を避けるには、反航航路を分離するのが最良である。掃海水路のようなものであるが、ここではこれを“Blue-Line System”と称することにしよう。

手初めに真正面の反航航路の問題を研究したが、色々な型の出合いについて Blue Line の設定が必要になってくる。紙の上に書くのは容易であるが、海上で天候の悪い時に、正確な船位がわからなければ、規則は守れない。

衝突予防法の外に、また新しい法律を守らなければならないかと反対する人があつたが、そうではない。予防規則を守り易くするように推薦航路を定めるのであつて、強要するものではない。ロンドンの安全会議では、この方式については海運会社に委ねて、政府はあとからでないと介入させないことに決めている。

指定航路の実行を監視する国際海事警察のようなもの

は、想像するのも困難であり、効果も期待できない。飛行機には強力な管制が行なわれているが、船では海洋の自由を喜ぶ。しかし衝突の恐れのある出合いを大いに減ずるためには、他人に律せられるよりも、自らを律しなければならない。(註；指定航行水路については、イギリス航海学会誌第14巻1号、1961年1月号に、Capt. Oudet と Comd. Poll との詳細な論文と討論が載せられている。)

(2) Long-Distance Navigation-The North Atlantic Routes. Capt. J. Traizet. (船会社、パリ)

大洋における航海の規則、協定あるいは事業として、衝突予防法、人命安全条約、北大西洋航路協定、氷山監視、航路誌等がある。

1929年イギリス海軍水路部は、北大西洋航路協定の修正提案をしているが、これによると今まで65あつた航路交叉が、32にへることになる。ここに提唱する新案は、Naviroute 方式を採用し、交叉点を21に減じ、集合横切り点に、円型交叉帯を設けんとするものである。

ナビルートは最初1958年に、Comd. Robichon によつて提案され、1959年に Capt. Oudet によつて提唱されたもので、それぞれ20浬幅の西航航路帯と東航航路帯との間には、また20浬幅の安全帯 (Blue Line) を設ける。そして航路の集合海域には、円形交叉帯を設け、陸上十字路のロータリー方式に似たものにしようとするものである。

これは海洋の自由や船長の権限を侵するものではない。しかし船長の権限も、今後通信や航海計器の発達に伴つて、変化することは疑いない。

III 国際航法会議の結論

最終日に委員が指命されて、今回発表された論文や討論についてまとめを行ない、海と空についてそれぞれ Short Conclusion が発表された。ここにはその海についての要点を述べることにする。

(1) 内陸水路 (河川)

視界の悪いときも夜間も航行できるように、陸上の航行援助施設や、船のレーダをもつとふやす必要がある。

(i) レーダ航法について

- レーダリフレクタは、現在行なわれている作業でよい。
- レーダ海図の作業は、今後も続けるべきである。
- レイコン・レイマーク等は高価であるから、自然制約される。
- レーダ分解能の増進については、関心が持たれた。

(ii) VHF 通信について

- レーダ装備船の、船対船の通信を早急に確立する

こと。

- 交通および一般情勢を知らせるため、陸上業務を創設すること。

- 無線と陸上電話との迅速な連絡を確保すること。

- ライン川における VHF の国際利用 会議の結果を、西ヨーロッパにも及ぼすこと。

(2) 深海航行

外洋から港口に近づくとき、ブリツヂに同時通話のできる VHF 無線電話があれば、パイロットボート、ハーバーレーダ、港湾施設等との通話ができて便利である。

船主は速かに VHF 無線電話の装置を取付けるよう、強く要望された。

(3) 航路の設定

大多数の衝突は、航路が集合した沿岸水域で起る。それで有効な指定航行水路を設けることについて、論文や討論が活発に行なわれた。バルチック海や、北海東部にある掃海水路のようなものである。

この問題について、3学会は小委員会を作つて研究することに意見が一致した。そして手初めにドーバー海峡について研究が進められるだろう。

このような航行水路の導標には、ブイ、灯船の外に、リーダーケーブルその他無線を用いる方式なども考慮されている。

(4) レーダスクリーン上の、灯船およびパイロットボートの識別

識別方法として、レイコンについてはインバンドとアウトバンドについて、またレイマークについてもそれぞれ検討された。そしてイギリスの灯船につけられたレイコン発信の経験が紹介された。

陸上レーダ局の無い所では、灯船識別の方法がほしいという意見が強い。

(5) 陸上設置のレーダ局

これについて興味ある論文が沢山発表された。この場合危険を生じ易いのは、VHF 無線電話を持たない船であるが、このような船に対して航行制限をするか否かについては、なお疑問がある。

また情報の内容についても論議されたが、最後の決定権は船長とその補佐のパイロットにあるので、陸上局からの船の針路や速力に対する命令のような操船上の指令を与えるべきではないということに意見が一致した。

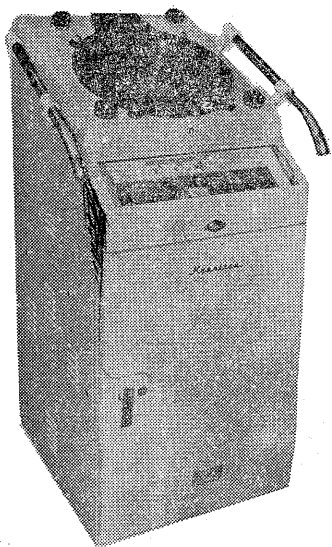
使用の言葉は、航空のように英語にすべきかどうか論議されたが、何れにせよ統一することが必要であると感ぜられた。

各船を識別するのに可能性のある方法は、VHF 通話の方位測定であつて、それについてもいくつかの論文が発表された。

最後にレーダ観測者の肉体および精神の疲労の問題に

についても論議され、スキヤナーの廻転速度、スクリーンの明るさ、色、操作室の明るさ等が影響することが認められた。

(筆者 電波航法研究会会長)



世界で初めて完成 5センチ波船用レーダ

- ① 大気中の減衰が少ない
- ② 雨、雲、雪の吸収が少ない
- ③ 雨滴の反射妨害が少ない
- ④ 3センチ波に比し最大探知距離が増加

協立電波株式会社

本社及工場 東京都目黒区上目黒1丁目230 電話 (712) 3 1 1 1 (代)
神戸営業所 神戸市生田区元町通5丁目127 電話 神戸 (4) 5262・2777

ロラン C の話

九州電波監理局 岡 本 寅 男

概 要

最近、日本に何か所かロランCなるものが設置される計画があるとか、あるいはこれに伴って起るいろいろの問題について新聞などに散見されるが、設置に伴う諸問題については、ここには触れる積りはない。ただ、ロランCとはどんなものであるかを、資料によつて得たところを御紹介する。

ロランCは、ロランA（いま、日本の周辺で利用しているロランのことで、標準ロランともいう。）と同様、双曲線無線航法の1つであり、ロランA方式よりももっと広い範囲で、もっと高い精度によつて、あらゆる天候下、陸といわず海といわず、船舶も航空機も位置に関する情報が得られるものである。その秀れた精度のため、本来の目的である精密無線航法以外に無線測位として広い範囲に利用できるし、その他、このマイクロ秒オーダーの正確さを広範囲にわたつて分配し時刻の基準にもできると、電波伝播の研究にも利用できるといわれている。

ロランの原理

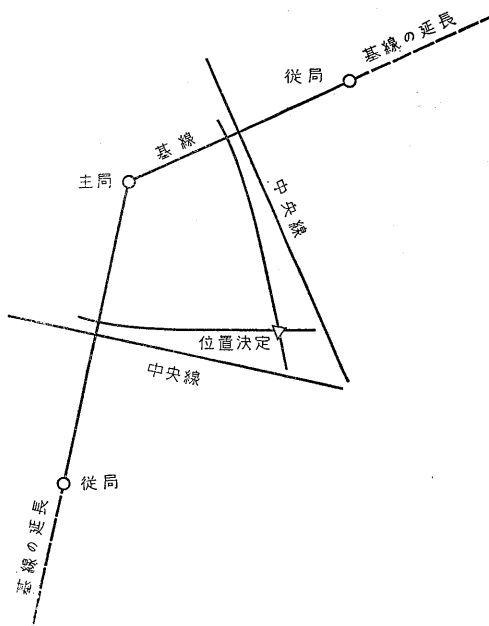
ロランのネットワークには主局として設計された地上局が1つある。この局は全方向に対してパルス群を発射する。違った方向に数100カイリ離れて、2つまたはそれ以上の従局があり、この局は主局からのパルス群を受けて、この信号と正確に同期した同様のパルス群を発射する。主局のパルスとこれに対応した従局のパルスとを受けたとき、この2つの一定の時間差はロラン位置線（Line-of-Position）を構成する。2送信機を結ぶ線を基線（baseline）、その垂直2等分線を中央線（centerline）と呼んでいる〔第1図参照〕。もし、主局からと従局からと同時にパルスを送信したとすれば、中央線上では両者は同時に受けられ、相当する時間差は零であろう。中央線の片側では、近い方の局からのパルスが先に受かる。受信者が中央線から遠ざかる程、受信パルスの時間差は大きくなる。

実際の現用ロラン方式では、主局および従局のパルスは同時には送信されてはいない。各従局は適当量だけ遅らされている結果、主局のパルスが常に最初に受信される。したがつて、時間差は従局の位置で最小値であつて、主局に近づくほど増えて行き主局の位置で最大値となる。

それぞれ1対向の2局から受けたパルスの一定の時間差は、双曲線をなすものであつて、これは計算され、利用者のためロランC表あるいはチャートの形で提供される。ロラン方式によつて航法情報を得んとするときは、航海者は自分の受信機で受けた主局と従局からの信号の時間差を測定し、チャートあるいは表にあてはめて、測定した時間差に相当する位置線を決定する。

ロラン方式の局配置

ロラン局は所望のカバー範囲において、2またはそれ



第1図

以上の対向局の信号が受かるように配置する。こうすれば、第1図に示すように2またはそれ以上の位置線の交点を求めることによって、位置の決定ができる。局は所要のカバー地域で位置の決定が最も正確であるように、3つ組、星形、あるいは方形に配置される。従局は主局から普通500~700カイリ離れる。

パルスくり返し数

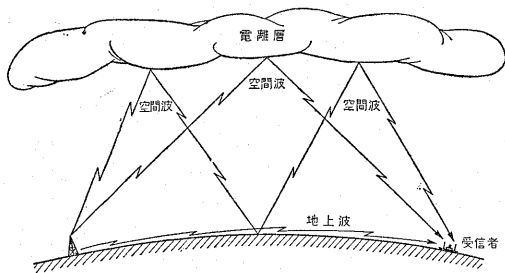
ロランCのくり返し数の多くのものは、ロランA方式と両立する。したがって、これらのくり返し数のものでは、ロランAの受信機は100 KCが受信できるような周波数変換器を付加すればロランAによる時と同様の方法で包絡線を合わせることに由る粗い測定ができる。全部のくり返し数を両立させるためには、現用のロランA受信機ではもつと多くの改修が必要である。

けれどもここに明らかにしておくべきことは、上のいずれの手段をとつたとしても、ロランA受信機では精密時間差測定機能を利用することはできない、つまりロランC方式の正確さは得られないということである。

有効範囲について

地上波の範囲

各送信所から信号として発射された電磁エネルギーは、1点を中心として各方向に拡がって行く。ロランCの電磁エネルギーの1部は地球の表面に沿って伝わって行く。また、他の1部は上方に進み、電離層として知られている大気の帯電された層に出くわし、反射して大地に帰る。電離層からの反射波は空間波(Sky wave)として知られている(第2図参照)。



第2図 伝搬通路

さて、ロランCの地上波の到達範囲は約1,200カイリにも及ぶ。伝搬条件のよい場合にはその範囲はもつと大きくなるし、また、高い雑音や妨害のある場合にはもつと小さくなる。しかし一般には、最近の雑音、妨害の資料から考えて、尖頭パルス電力300KWの局からロランCの信頼し得る地上波の通達距離は、1,200カイリと見ることは妥当のようである。

ロラン受信機が正確な時間差を表示する能力は、受信

機が受ける信号と雑音妨害との相対強度によるもので、信号対雑音比が減少するにつれて、時間差読取精度は減少する。結局、航海に関する情報の正確さは受信者がロラン局から遠ざかるにつれて劣化する。

空間波の範囲

普通、空間波といえは不安定なものと思われているが、ロランCが使用する100 KC付近の周波数では相当安定度は高い。

E層で1回反射する空間波は昼夜にかかわらず2,300カイリにも及んで観測でき、また2回反射の空間波は3,400カイリの遠方においても観測できる。また、多重反射ではもつと遠くても有効な信号が受信できるけれども、多重反射の空間波をロランCとして使用することはあまり望ましくない。

地上波空間波利用の別

ロランC受信機は、地上波であろうが空間波であろうが、合致したパルスは読みとれるようになっていく。正確な読取りを得るためには、適当なパルスを選ばなくてはならない。

もし、1対の2局から地上波を受けることができれば、このときはいつでも使用できる。

もし、2局から地上波を受けることができないときは、1回反射の空間波で一致させ、これに空間波修正をすべきである。たとえ、1対の2局のうち1局からは地上波が受かるとしても通常の手続きでは駄目で、両方の局からの1回反射の空間波を一致させ、空間波修正を上と同様行なわなければならない。空間波修正は、1回反射の空間波通路が地上波の通路よりも長いという事実を補償するものである。

ロラン表およびチャートに掲げられたロラン位置線は、信号が地上波として伝わりと仮定して計算されている。空間波修正は、この表あるいはチャートを使用できるようにして空間波の時間差を地上波の等価的時間差の読みに換算するものである。

空間波修正は、通常1回反射受信のできる地域のために表となつていくが、この限定された範囲への空間波修正は拡張できない。

位置線のプロットイング

特別にロランC用として設計された受信機を使用するときは、すべての読みは同時にとれるから、ロランC位置線を進めたり遅らせたりする必要はない。ロランCの観測動作を一つすれば、使用しようと思う特定のネットワーク内のすべての対の位置線が読みとれる。

一般的には、これらの位置線はチャートに示されたものと一致しないだらうから、航海士は印刷されたロラン線の間に適当に間隔をとつて並べた線を引くことにな

る。ロランAの受信機にアダプターをつけたものでは、その読みは進めたり遅らせたりすることが要求される。

ロラン表を用いれば、ロランチャートによつて得られるよりもっと大きい精度が得られる。

発射特性

事実上、2 MCバンドによるロランAパルスに比べると、ずっと大きい到達距離がロランCの90~110 KC/S内のパルスによつて達せられる。

波長が長くなることから、地上波の減衰が少なく、送信所間の同期のためにも、あるいは電波航法のサービスエリアのためにも、ロランAに比べ遠距離の伝搬は有益である。

送信所間の距離の増大によつてより正確な位置決定ができ、位相比数技術を使用した時間差の測定によりより大きい精密さが得られる。

ロランの基礎原理は、パルス信号の搬送波の位相を測定することと、改良された機器使用による技術によつて拡張された。この技術は時間差の正確さの増大に効果的な変化を与える。この周波数範囲における持続波方式は、短距離ではかなり高い精度を与える。しかし、中距離および長距離においては空間波伝搬を含むので精度は劣化する。ロランCではパルス方式を採用しているから、地上波のエネルギーの最初の時間をとり出せば、それより遅れてくる空間波と分離することができるから、地上波の精度と安定度が維持される。

ロランC方式は次のような特徴をもっている。

1 長波の100 KCを使用するので、陸上でも海上でも、上空に対しても、カバレッジは拡大される。

2 パルスの包絡線測定は“疎”時間差測定に役立つ。無線周波の位相測定は“密”時間差測定に用いられる。

3 自動的な機器を使用して、時間差と組合せると連続的に位置を表示する。自動追尾と同様、自動搜索も可能である。

4 パルス群の使用は平均電力を増す。

5 パルス間の位相反転を行ない、遠くまでとどく空間波の遅れによる妨害を防ぎ、他の妨害信号を除き、1対の局からのパルスの適当なグループのマッチングを容易にする。

6 進歩した技術は、その範囲は限定されるけれども、低い信号強度にかかわらず、高精度をもつて機器を操作することができるようにする。

米国の標準局 (National Bureau of Standard) も次の結論を出している。

LF (長波) は高信頼度、高精密度の無線航法の時間利用に全く適当している。特に、地上波信号は2,000 法定マイル (3,200 Km) 以下の距離において特に適してい

る。すなわち、パルス型送信は個々の伝送経路を分離、区別させる。また、より大きい距離で電離層伝搬通路を伝搬した信号は、やはり個々の伝搬路を区別できれば、好適な特性を示すものである。

総合方式精度

使用機器

ロランC方式として使用される進歩した機器は、方式として可能な限りの精度を有効範囲の利点とを十分に生かすように設計され、

また、時間差読みが自動的に表示されるように設計されている。このような機器は、対応局から受けた3つの時間差 (3つの位置線に相当する。) と同数の直読できる数値が表示される。これらの読みは船舶が動いている間中自動的に連続して切替わる。また、機器に付加したコース計算器に情報が送られ、航行すべきコースと目的点までの距離が表示され、

また、位置レコードに情報が送られチャート上に船の位置が示される。

また、自動受信機と称せられる程度の適当な精度と有効範囲をもつた安価な機器が開発されつつある。この方式は、全ロランC範囲で使用でき、可視式の包絡線および位相同調ができ、狭いパスバンドフィルタなどをもっているが、このフィルタはロランCデータを雑音と妨害の中から拾い出すのに役立つ。ロランCの有効範囲を利用したいが、完全自動にする程のことはないという利用者には、また特別のものが考案される。

方式精度

総合方式精度は次の3つの大きな要素によつてきまる。

1 幾何学的精度 - 方式の幾何学精度は、地上局の位置による。これは個々の観測の99%に対する時間差 (マイクロ秒) 当りのカイリ (または、1/10マイクロ秒当りのフイート) で表わされる。

これらの測定誤差は局地的較正によつて0.05マイクロ秒にまで減少することができる。

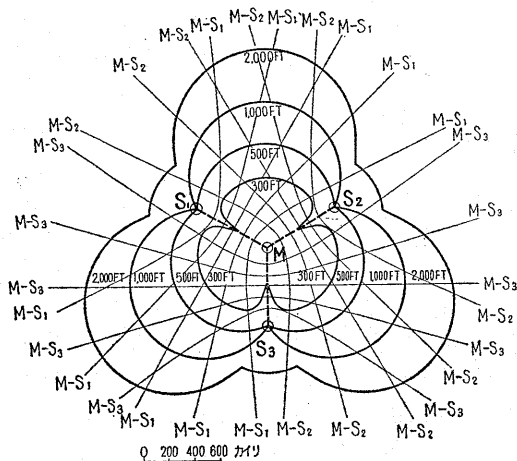
2 装置精度——方式の個々の測定可能性は0.05マイクロ秒以下と決定されている。

3 伝搬精度——

a 地上波伝搬によつておこる変化は、海上1,000マイル以上で0.1マイクロ秒以下である。

b 空間波伝搬によつておこる変化は、代表的には、平均値として1~1.5マイクロ秒である。しかし、日出日没でも、もっと大きな急激な変化が起ることは別とする。

第3図は、星形チェーンの代表的ロランCのカバレッジと精度を示す。



第3図 ロランC 星形チエーン

ロランCによる位置決定の確度

ロラン位置決定の確度は、位置決定に使われる個々の位置線の確度と位置線の交角による。

個々の位置線の確度は次の要素による。

- 1 送信局の同期
- 2 操作機器あるいは受信機の確度
- 3 空間波の修正（空間波を使用したとき）
- 4 船と送信局との関係位置（幾何学上の問題）
- 5 ロラン表とチャートの確度
- 6 時間と位置の不確実性

もし、送信局間の同期が許容値を越えたならば、適当な階段が動作して、許容値内にもどる。許容値は、普通

包絡線比較のためには1分間あるいは2分間で（±）3.0マイクロ秒、

位相比較のためには1～2分間で0.15マイクロ秒以下までである。

同期ずれがある場合、主局あるいは1または2の従局は正規の送信波形に代つて、方式が一時使用できないことを、利用者および他の対手局に警報する。

受信側の実際の確度はS/N比、操作者の手腕、そして機器による。平均された状態においてすべての誤差を考慮した大部分の場合、受信側に決定される位置決定の確度は95%時間率で1,500フィート以内である。

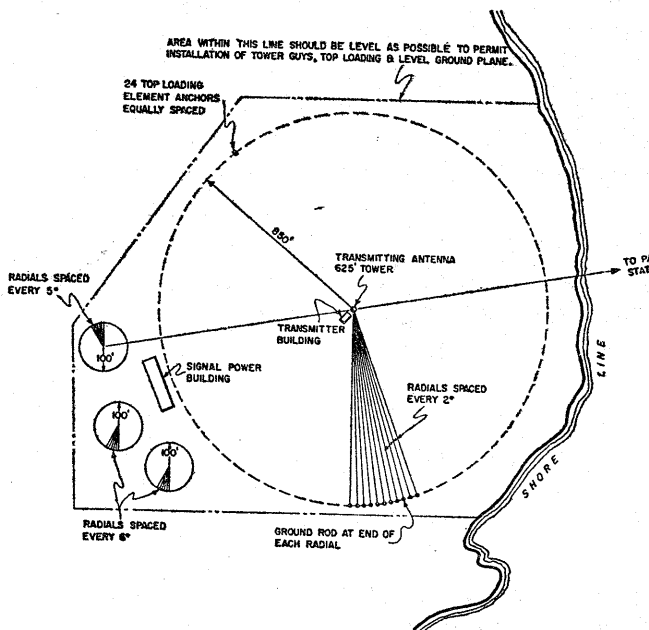
電離層の高さのふらつきにより、空間波修正は日変化の算術平均で表わされる。夜間値から昼間値への空間波遅延の変換は、地上の日出より1,2時間前に起る。午後、遅延は日没に近づくと増える。しかし、変化はより徐々であり、時には地上の日没後数時間に及んでゆつくりと連続して増加することもある。

800マイルあるいはそれ以上の距離において、注意深く空間波の読みとりをし、適正な修正を行なえば95%時間率において、3カイリ以内におさめることができる。これより近いところでは不確実性が増す。

一般的に、予想される空間波の安定度は約±1マイクロ秒である。

ロランによつて決定される地理的位置の確度は、使用される測定機器の精度に拘らず方式の幾何学による。

ロラン航法チャートから明らかなように、2本の線（各々はきまつた時間差で表示されている。）の間隔は、



第4図 ロランC局の代表例

全有効範囲内でまちまちである。最小の間隔という見地から、最も好ましい位置は、作図のもととなる2つの送信局間の基線上である。基線の延長上で送信局の背後の地域では間隔が最大であり、したがって時間差のわずかな誤差でも、大きな位置決定誤差となる。しかしながら、普通ロランCの同期精度及び精度は、この好ましくない地域でも航法情報が得られるようにできている。

ロランC位置決定の際、提供さるべき誤差に影響する3つの要素がある。それは同期エラー、受信エラー、および伝搬エラーである。

このうち第1のものは、送信装置を極めて精密なものとするこゝによつて最少に保ちうる。第2のものは受信機的设计によつてある程度制限することができる。しかし、雑音と妨害の状態によつて読みとりは影響をうける。

この誤差は既知局を定期的に測つて時間差をとり、実測のときに最も確からしい時間差の読みを決定することによつて軽減し得る。

第3の要素は地球表面に沿つて伝搬する途中の影響によるものである。これも種々の調査がなされ、この誤差

を最小にすることができるようである。

ロランCでは非常に高い精度を得るため、送信アンテナの地理的位置は極めて正確に決定しなければならない。送信アンテナの地理的位置の設計上の誤りは、航法利用範囲における誤差に反映してくる。

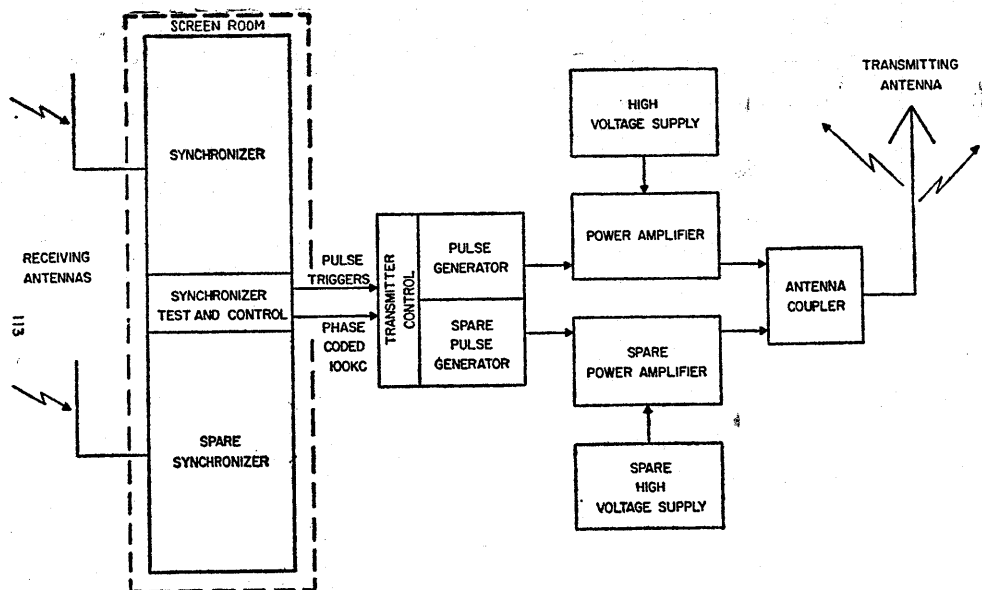
ロランC機器の概要

ロラン送信局の代表的な例は第4図に示される。アンテナは625フィートの垂直部をもつ傘形アンテナで、傘形の条数は24本でその長さは850フィートである。

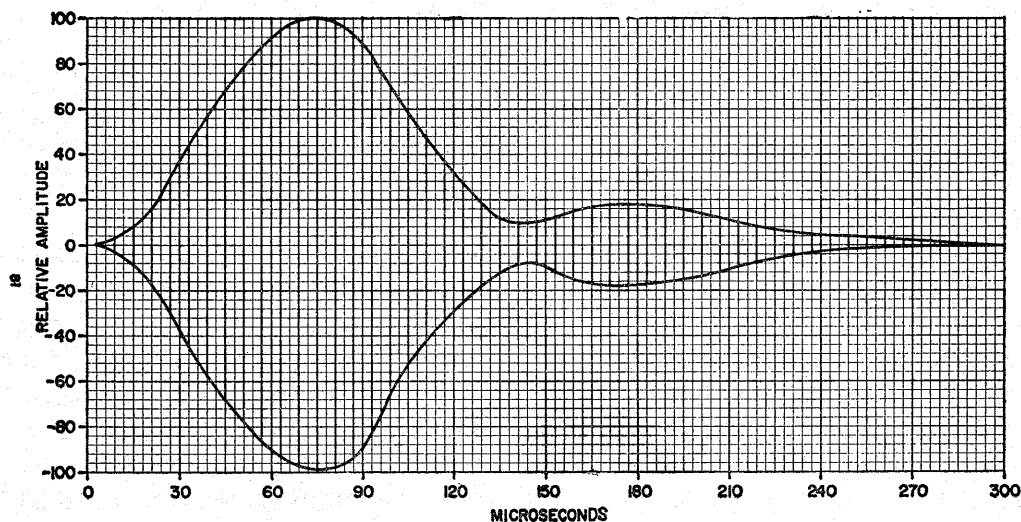
このアンテナから尖頭電力300 KWのパルス電波が発射される。アースはラジアル・アースを用いている。送信局舎と信号及び電源舎など配置も同図に示されている。

ロランC局の機器は第5図に示される。同期部、パルス発生部、電源部及び電力増幅部は2組もつていて、常に故障の際の予備を準備している。

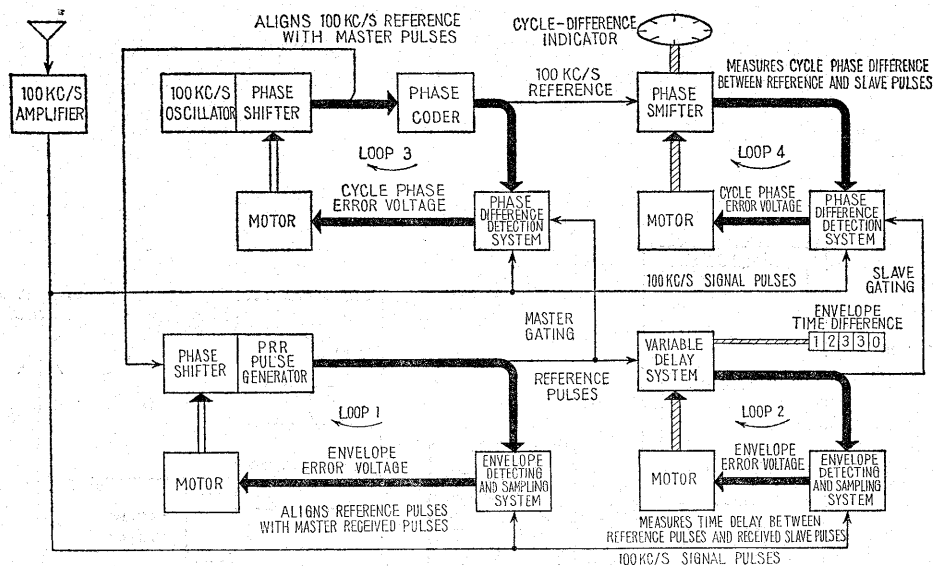
ロランC局から発射されるパルス波形は第6図のようで、バンド幅を減少するため、かなり丸いパルス波形となつている。



第5図 ロランC局機器



第6図 ロランC パルス



第7図 受信機ブロックダイアグラム

パルス信号の到達時間差、あるいは相対位相を測定するには、ロランC受信機が用いられる。第7図はそのブロックダイアグラムである。

受信アンテナから入ったロランCのパルス信号は増幅され、同時に2系統のサーボ・ループ機構に供給される。サーボ・ループ1及び2は包絡線時間差の測定に使用される系統であり、3及び4のサーボ・ループは位相差測定に使用される系統である。どちらも、測定は2段階で行なわれる。

- 1 サーボ・ループ1は、受信した主局のパルスの包絡線と一致した信号をパルス再現のための発振器（PRR）から作り出す。
- 2 サーボ・ループ2は、遅延方式を動作させて受信

した従局と一致した時間の遅れたパルスを作るものである。こうした主局と従局とに対応するパルス間の遅延は、疎時間差指示器に表示される。

- 3 サーボ・ループ3は、主局の100 KCの位相に一致した100 KCを発生せしめる。
- 4 サーボ・ループ4は、従局の100 KCと同位相のものを発生し、密位相差指示器に主局と従局の100 KCの位相差に相当する量を指示させる。

以上が大体の原理的な動作であるが、実際の自動化受信機では、2対応局の時間差を連続して指示するようにし、これに計算器およびレコードを付加すれば、自動的に航跡をプロットすることも考えられるのである。

海鷹丸の南極洋調査

東京水産大学 熊 凝 武 晴

海鷹丸は東京水産大学の練習船で、43人の練習学生を乗せて、1961年10月28日東京を出帆した。途中シンガポールに寄港して11月23日オーストラリアのフリマントルに入港した。1週間の短い期間であつたが、最後の準備をととのえて、12月3日いよいよ待望の南極洋へ向け出港、1962年1月30日南アフリカ共和国のケープタウンに入港するまでの59日間、東経80度から西経36度に至る東西116度間のインド洋の南部、大西洋の南部の南極洋におけるクジラの分布、海流の様子、冰山や流水の流れる速さや方向、海の生物や魚類の調査を行つた。つづいてインド洋を斜に、表面に於ける稚魚調査を行い、シンガポール、香港を経て3月16日、140日の航海を了えて、なつかしの竹芝岸壁に帰着した。

南極洋に向う

12月3日濠州フリマントルを出港して、一路針路を225度で南極に向つた。水、燃料油、食糧が満載され、喫水

が深くはいつて居るので、インド洋高压部から吹き出す北西風にも、あまりローリングはしなかつた。南に行くに従つて高気圧の影響が少し海は穏になつた。

南緯40度から南極洋を縦に切る南緯64度、東経70度までの海洋観測を始めた。日没・日出の偽底像は益々顕著になり、昼間のものも多くなつて来た。プランクトン網による採集でユウフアウヂア（鯨の好物の沖あみ）がとれるようになって、鯨の出現が始つた。偽底像が漁場のパイロットである事は疑う余地がなく、ユウフアウヂア層、コペポード層、或はサルパー層との記録特徴も判然として来た。

暴風圏

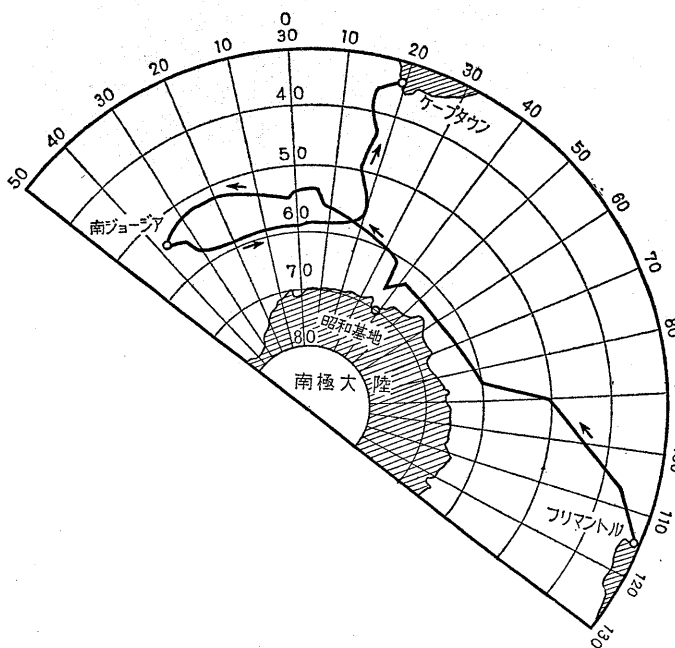
南緯45度を越しても暴風圏の特徴が見えない。穏かな日がつづくので、海洋観測には好都合であるが、全くめづらしい南極洋である。薄明が永くなつて暗い夜が少くなつて来た。9日キャンベラからの気象電送図によると、本船位置の西方に、沢山の低圧部が並んで、南緯50度～57度間が暴風圏のように思われる。捕鯨船団はその南側で操業して居る。気圧差は40ミリバール位ある。

南緯48度0分東経92度31.5分、9日の午後4時頃、そろそろ気圧が急降下し、風力は増加し、ローリングが甚しく、いよいよ暴風圏にはいつた。やがては狂乱怒濤が逆巻いてゐるが、第1次観測の時より多少弱いようで、船を漂泊させての海洋観測は、相当にはげしいものであるが、やりきることが出来た。だらだらとした暴風圏の12日正午、南緯56度30分で通り抜け、久しぶりに青空を眺めることが出来た。

氷山の視認

この日の夕方南緯58度5分東経85度15分、南方の夕焼雲の下に小型冰山を初認した。

フリマントル出港後順調な航海で、予定を



第1図 南極洋における海鷹丸の航跡図

1日セーブすることが出来たので、ケルンゲル島（南緯48度30分東経69度40分）の南方500キロのバンザレバンク（185メートル）と、その南東600キロのグリブバンクの間に、未測量になつて居るので、この附近の調査を行うことにしたが、位置が正確度を欠き、深さにも若干の疑点があることを発見した。

南緯59度東経86度附近より氷山の数が急に増加して、多い時は視界に150個ぐらいが集つて居る。海流の関係があるかも知れないが、その数は非常に多く、雄大な南極特有のタブラー型が少いようであつた。

南極圏の観測

南緯64.5度東経70度より南極大陸に沿ひ、昭和基地沖を経て南緯67度、東経20度に向ひ、それを基点としてウェデル海の本格的調査にはいる予定であつた。16日午前2時、南緯63度37分、東経72度25分で流氷帯に突き当たり、退却を余儀なくされ、流氷帯沿ひに観測を行つて西に進み、22日リエッツホルム湾の東岸のプリンスオラブ沖の南緯64度25分・東経41度27分に到着した。

完全なる白夜になつた為と水温が零下1.0度以下に降つた為か、偽底像は全然現れて来ない。プランクトン網では植物性プランクトンが多くなつて、海水の透明度は悪く11~12米にさがつた。処々に変色水が現れ、多層採集網を曳くとユウフアウヂヤが多量に採集出来た。

出来ればリエッツホルム湾のクツク岬に近づいて、ガナルスバンク上の魚類調査を行う予定を持っていた。流氷帯の状況では、まだ南西方に進める可能性があつたので、翌22日午前4時、南緯65度5分・東経36度26.5分、昭和基地沖合のガナルスバンクの北端2,000メートル深に達した。これ以上は流氷帯が堅く、進む事が無理なように観測された。

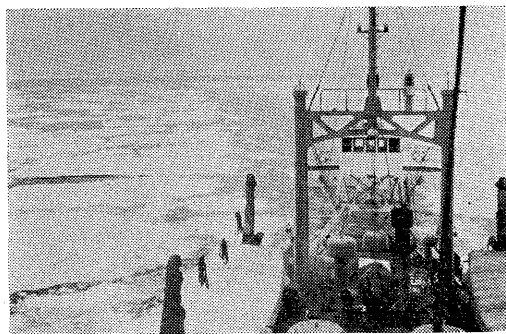
昭和基地との連絡

宗谷はケープタウンよりぐんぐん近づいて来ているが、暴風圏を突破したばかりで、まだ2日余かかる見込みである。宗谷中継が効を奏して、昭和基地との無線連絡がついた。本船の電話は弱性の為に片通信で、無線電信を併用することにして、村山越冬隊長の元気な声を聞くことが出来た。約30分間の通信であつたが、こんなに嬉しいことはなかつた。昭和基地ではこれから宗谷がインド洋に対処する為氷山を取りに出掛ける処で、明日の連絡を約して通話を終つた。

12月の氷状は非常に悪く、おそらくウェデル海の南部は完全に氷結し、ガナルスバンクも1月下旬ならでは、これ以上クツク岬に接近することは、不可能と観測されたので、やむなく魚類調査は放棄の決心をした。東経20度南緯67度より西航の観測は不可能であるので、一広南

緯63度距等圏に或はそれ以上の流氷帯の北限に沿つて、ウェツデル海のグラハムランドに向うことに変更した。午後8時の各層観測の結果は表面水温零下1.3度、最低は80メートル層で零下1.8度で、予備観測の際の数値と同様であつた。つづいて20、50、75、100メートルの4層を1メートル直径の採集網で曳いた。20メートル層にはカラーナスと小型のユウフアウヂヤ、第二・第三・第四層の網には類似のコペポダが多くとれた。表面採集には植物性プランクトンが多く、変色水帯が多く現れ、やがては鯨漁場になるであろうの予感がされた。

針路を北北西にとつたので、23日午前8時には南緯64度5.5分、無気味な流氷がまばらに遠巻きしている。午前の観測に2,000メートルでメツセンヂヤを滑らしたので、捲きあげたうえやり直しを余儀なくされたので4時間を要した。その頃には速くにあつた筈の流氷が、生けるが如く周囲に迫つて居た。氷状は一変して真白な流氷帯に変わり完全に流氷につかえられ身動きが出来ない。何とかして脱出をせなければならぬので、リードを見付けては数メートル進み、薄い部分を見付けては強航破壊を試み、一進一退すること34時間を費し、24日午後8時頃やつと脱出して懐しの青黒い海を軽く航海することが出来た。時に南緯63度13分、東経32度44分であつた。



第2図 流氷中を行く海鷹丸

この現状から見るとウェデル海は南緯60度以南、東経32度30分以西は完全に氷結し或は流氷に埋めつぶされて居るものと考えられる。残念ながら北へ北へと退却し、結局58度で流氷帯の北限から離れることが出来この緯度線を西航しても、絶体に無氷とは判断しきれず、おそらく西へ行くに従つて、北限が北に延びて居るやに考えられた。

当初は西方への海流にのり、高緯度を西行して、サウスサンドウィッチ諸島を経てサウスジョージアに寄港、淡水補給のうえ、暴風圏中を追風で東航調査をつづけ東経15度に達する計画であつた。しかし氷状は1ヶ月早いようにも判断されるので、計画を逆にし、往航に緯度55度の距等圏を逆風、逆海流で暴風圏をデグザグに西航し

て南デヨウデアに達し、復航に60度線を東航して、東経15度に達することに変更した。

午前1時のBT観測、午前8時より2時間の2,000メートルの各層観測、40分間の電磁海流計による海流の測定、水中照度と透明度の測定、プランクトン網による200メートル迄の垂直二層採集を行う。午後6時から午前と同様な観測を行い、引き続いて1メートル直径の採集網4個を用いて、30分間曳網のユウファウデアを目的とする四層同時採集を行う。このような1日3回の観測測定採集を、東経30度より毎日繰返している。暴風が強い時には、波浪を横にして漂泊して2,000或は1,500メートルの観測は困難であるから、その時は、サンブラを船尾から下して、300メートル迄の観測に代えることにした。プランクトンネットの普通のものは、全部波で切断されたので、特別に強いものを製作して採集をつづけた。

この附近の採集網測定では、ユウファウデアが断然多くプロテミストがこれに次ぎ、表層には植物性プランクトンが多く、変色水が処々に見られた。母船所属の捕鯨船を見かけるようになった。音響測深機には昼夜を問わず偽底像があらわれ、像の形態とその原因の關係が解明出来るようになった。南極捕鯨に於て、漁場の探査について色々の要素があるが、偽底像の追及は重要な一要素と考えられる。鯨調査についてはプランクトン航海を行い、プランクトンチャートを作ることが重要な事項の一つであることを痛感した。

暴風圏上での会合

12月30日ノルウェイのノルマン会社の捕鯨母船(約25,000吨)と附属キャッチャーが、漁場移動らしく、東航して行くのに会った。この母船に従属して居る7~8,000吨、船尾機関型の船がある。針路を本船に向けて来る。やがて信号があがった。よく見ると、この船団と鯨肉の売買契約をした宝幸水産株式会社社の冷凍船大津丸である。大津丸は本船々尾を大きく廻つて、本船の針路と並航になった。風速18米の暴風圏内であるから、8,000吨の大冷凍船もプロペラの空転をして居る。大きく拡声器で会社の千種君のなつかしい声がとどいた。船員や作業員の殆んどと思える多数が甲板に立ち並ぶ。予想だに wasn't なかった南極洋上で、しかも暴風圏の真只中での交歓は感無量なるものがあつた。

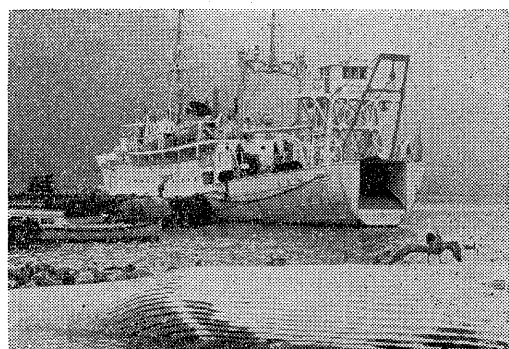
昭和37年1月元旦は怒濤逆巻く暴風圏上で迎え、午後1時半緑威子午線0度を通過し、日本標準時と時間差9時間になった。ロンドンと同一子午線上に居ることになる。動揺はげしいため、元旦の儀礼はやめて、国旗掲揚と屠蘇の乾杯で簡単にすますことになった。

暴風と、強いドレーク海流の東流に抗しての西航であ

るから、遅々として進まず、しかし各層観測をB・T観測にかえて居るので、一昼夜に170涅位は航程が延びて行き、西経15度位(1月4日)から暴風圏も若干衰え、1日3回の観測が正常に出来るようになった。南ジョウジアのイギリス監理官との連絡もついて、清水の補給を了承して来たので安心した。早速入浴となった。海水風呂であるが、よみ返つたような気持ちになった。針路は南ジョウジアに向い9日正午過、島の南東端に到着し、南緯55度2.4分のクラーク岩附近で、海底の様子や魚類その他の生物の、極めて概略について調査を行つて、予備知識を得た。島はおそらく峻険で白雪をいただいて居るであろうが、濃霧で、その姿を見ることが出来ない。翌10日レーダ航法によつて捕鯨会社とイギリス監理官所在地のある北東岸中央部のカンパーランド湾奥深く進み、グレートビツケンキングエドワード港に入港した。



第3図 South Georgia に近く海鷹丸

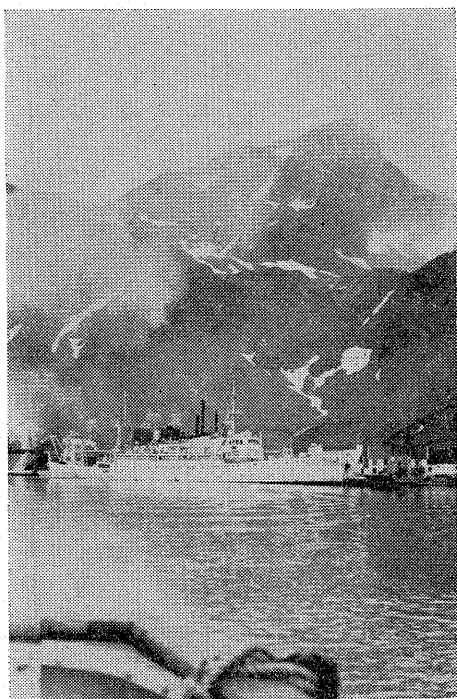


第5図 Gryt Viken 港の海鷹丸

僅に2日間の碇泊であつたが、氷河見学、湖水への採集遠足、歓迎会、アットホームに極めて友好的な時間をすごし、久しぶりに真水の風呂にしたことが出来た。

地球上最南の常設郵便局の一つであろう、南ジョウジア郵便行囊のケープタウンへ運送依頼をうけた。フオーランド・諸島の一つであるから、フオーランドの特別切手が沢山発行されている。ポンドの旅行者小切手があつたので、切手を購入して、各人一通づつ故国に便り

を出すことにして、12日投函、南ジョウジアの日附印がおされ、全部の三つの郵便行囊が積まれた。30日ケープタウン入港と同時に郵便局へ渡され、航空便となつてブエノスアイレス、ロンドン、日本等に送られることにな

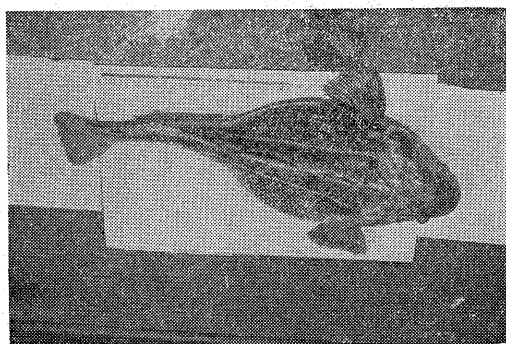


第5図 South Georgia の山

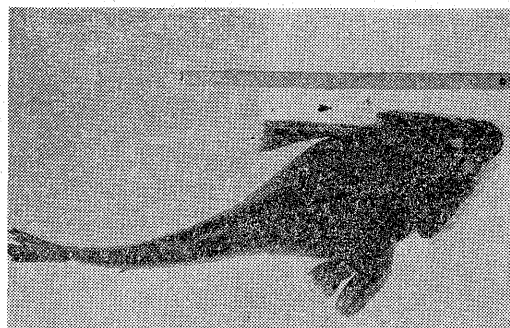
る。この様な思い出を残し、12月正午日本出港以来の沢山の見送りを受けて出港した。雄大なる氷河が真白にかかり、白雪をいただいた鎗の尖のような峻峰が、天をささんばかりに聳え、吾等を見送ってくれるようであった。

魚 類 調 査

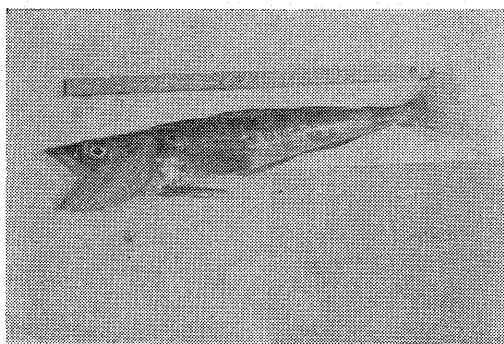
入港前の予備調査とグレートビツケンでの知識を綜合して、主として南ジョウジア島の南端につらなるクラークロックとプラザースボーイロック附近の100~140米附近で、ドレツチによる海底々質並に生物調査を、ビームトロールによる生物標本の採集、中層トロールによつて浮魚に対する試験を行つた後に海底探捕が有効であることを知つて、網口44米のオツタトロールを用いることにした。いづれも南極海だけに生息し、他の海域では見られない珍しい魚ばかりである。水温1~2°Cという冷い海であるのかかわらず、それぞれ異つた特徴のある味わいを持っており、脂肪の多いこつてりしたものや、上品淡泊なものがあり、南極洋航海者でなければ味わえない珍味であつた。



第6図 ウミタカスズキ



第7図 ナンキヨクカジカ



第7図 スイシヨウウオ

海鷹丸の漁獲は8種類であつて、このうち7種はスズキ目ノテニア型類に属し、一種はタラ目ムレノレビス科に属するものであつた。われわれ調査団は報告の便宜上次のように新和名をつけた。

ウミタカスズキ (*Notothenia rossii mormorata* Fischer),
South Gergiancod or Blackcod.

全長1m近くにもなるタラを思わせるような立派な体格の魚である。全体に黒い地色で、体側に不規則な白い斑点が並んでいる。南極洋に広く分布しているが、特に南ジョウジア島附近には多数に生息して居ることを発見した。海鷹丸のトロール網では多量に漁獲することが出来た。若魚時代には島のフォルドの浅い海に生息し黄色

味を帯びた銀白色の美しい魚で体長 40cm 以上の成魚になつて沖合に移動し、ユウフアウジアを餌としオスは 80cm、メスは 90cm くらいまで成長して、目方は 10kg 近くにもなる。

ナンキョクカジカ (*Notothenia Gifferriformis*
Lonnberg.)

カジカ科の魚ではないが、一見した時カジカに似ておつたので、この名がつけられた。体長 40cm くらい、両眼の間は割合に狭く、口も小さい。胸ビレは大きくその長さは肛門の後方で達する。体、ヒレ各部は黄色味をおび、体側には不規則な黒斑が全体に広がっている。特に美味な魚である。

ホツサラサウオ (*Notothenia Larseni* Ionnberg)

コモンサラサウオ (*Notothenia Nndifrons* Lonnberg)

一見マハゼを思わせるようなかわいい小さな魚であつた。いづれも不規則な黒斑の模様があり、サラサ模様の感じがあつたのでこの名がつけられた美味な魚である。

カモグチウオ (*Parachaeruchthys Georgianus*
Fichcher) Crocodile Fish.

口の先端がひらたく長く伸びカモのクチバシによく似ている。体長 40cm くらいで全体に黒色で、味と姿はコチに似た魚である。

スイシヨウウオ (*Champsoccephalus Gunnari*
Lonnberg.) Glass Fish.

体長 50cm くらい、大きな口を開いている。淡灰色で数個の横斑がある。英名 Glass Fish というようにすき通るような感じがあるので、この名が与えられた。特に美味で刺身に好適な魚である。

クロスシヨウウオ (*Pecudocheinichtys Georgianus*
Norman.)

前者に似ているが色が黒く、頭、口が大きい。

ナンキョクソコダラ (*Muraenolepis Micropus*
Lonnberg.)

この他に海底生物は、かなり強い深海暖流の影響をう

け、土壌の性質に応じて寄生動物が圧倒的に多い。500 ~ 1,000 メートル付近では、海綿類や針状包皮をもつコケムシ類が多く住んでいる。水深が 1,000 メートル以上にそれ等の数が減つて、ポリヘーダ (環形動物多毛類)、軟体動物、甲殻類などがふえて来る。漁場価値面積については計算中であるが、トロール網にて時間約 2 屯の漁獲で経済的価値は充分にあるものと判断される。これ等の魚の内臓より見ると、その餌料はユウフアウジアが多く、おそらく南極大陸沿岸の広範囲にわたつて居ることが推定される。

ウエデル海調査

暴風圏での調査が手間取り、流氷帯に日数を費したために、漁業調査を 2 日半に切りつめ、ウエデル海の流氷帯の北限一杯の南緯 59 度に南下し、その距等圏を東へ海洋観測とユウフアウジアの採集をつづけた。暴風圏を越して居るので比較的順調に進んだ。この緯度附近は氷山が特に多く、ウエデル海は氷山の生産地にはずかしからず、時には視界内に 200 以上を数えることがあつた。その間に破壊し將に溶け去らんとする氷塊が交り、一大御花畑の中を走るが様で油断が出来ない。夜間はよく濃霧がおそい来つて視界が 200 ~ 300 メートルに狭り、レーダも小さい水面に近い氷塊には用をなさず、海面反射のなかにはいるので始末がわるい。そのうえ薄明がつまつて 3 ~ 4 時間の夜が出て来たので漂泊を余儀なくされた。1 月 21 日再び緑威子午線を通り、西径から東径にうつつた。ユウフアウジアの分布が多く、鯨も散見出来るようになった。やがては鯨漁場になることであろう。

22・東径 13 度南緯 59 度を調査終点とした。南極集束線の観測については往航に東径 90 度附近に於て行い、対称的に東径 18 度線をケープタウンに向い海洋観測、ユウフアウジア採集、海流測定等を同様に継続して、ケープタウン入港時の関係から、南緯 40 度で打切ることにした。

(編集者注：この原稿は、熊凝武晴先生の遺稿となりました。)

5 糧波船用レーダ

協立電波株式会社

1 概説

5 糧波は 3 糧波の船用レーダにくらべ①大気中の減衰が少ない、②雨、雲、雪の吸収が少ない。③雨滴の反射妨害が少ない。④最大探知距離が増し、また、3 糧波による干渉がないので、鮮明な像が得られる。

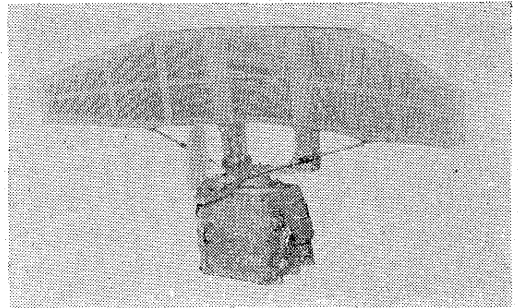
5 糧波のレーダは、これまで軍艦や気象用としてあるがいずれも 300 KWといふ出力の大きなマグネトロンを利用している。同社は60KWの商船用の 5 糧波レーダを完成した。同機は対数増幅器を採用しているので、海面反射やスコールなどの影響が軽減され、荒天の場合でも目標物の探知が容易である。

2 特徴

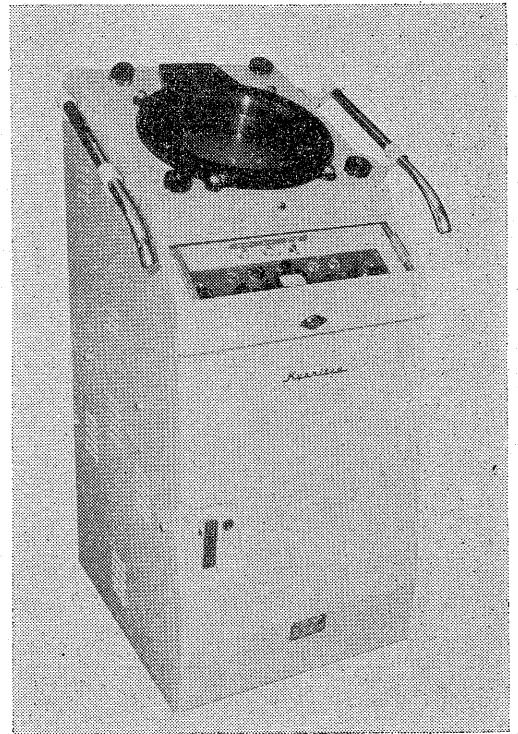
①、真方位指示目盛板、真方位指示装置がついている。②、可変距離マーカー装置がついている。③、プロッター装置がつけられる。④、対数特性増幅器が指示部の操作面で容易に動作し、海面反射に有効、⑤、パルス幅切替えになつており、自動的に中間周波増幅器の帯域幅が切替えられる。⑥、自動周波数制御装置 (AFC)、海面反射制御装置 (STC)、雨雪抑制装置 (FTC) あり⑦、中心位置調整あり。

3 規格

①、波長 5.4 糧 ②、使用周波数 $5540 \text{ MC} \pm 30 \text{ MC}$ ③、尖頭出力 60KW ④、パルス繰返し周波数 2000 $\sim$ 及び 800 $\sim$ ⑤、パルス幅 0.1 μS 及び 1 μS ⑥最大探知距離 60 哩 ⑦、最小探知距離 35m ⑧距離分解能 30m ⑨、方位分解能 1.6 度 ⑩、水平ビーム幅 1.6 度 ⑪、垂直ビーム幅 16 度 ⑫、映像面直径 12 吋 ⑬、電波偏波方向は水平偏波 ⑭、可変距離目盛 0.3—30 哩 ⑮、中間周波帯域幅切替 12MC 及び 4 MC。



第 1 図



第 2 図

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

当社の標準形 60Mc 帯, 150 Mc 帯無線機をトランジスタ化したもので, 送信部の出力段付近を除いて完全にトランジスタ化され, 無線機の小型軽量化, 消費電力の節減など最近の VHF/FM 無線機に対する一般的な要求を十分満足している。

すでに, 各種の基本形式に対する郵政省の形式検定にも合格し (F 第 10296~10304, 36 年 2 月; F 第 10325~10327, 36 年 7 月それぞれ合格) 多数のストックの生産を行ない即納態勢を整え, 受注引合も活発である。

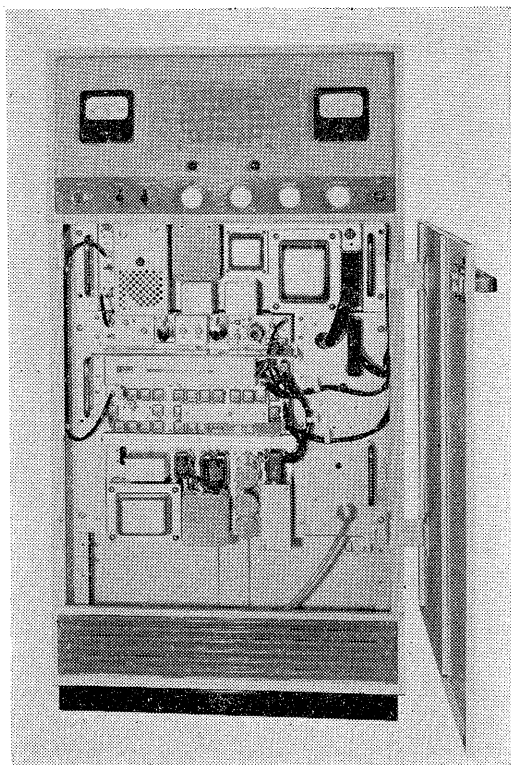
しかしこれらの無線機のトランジスタ化については量産される個々の機器が現行電波法規に定められている各種の技術基準に適合しないことはゆるぎされないし, いまままでの真空管式無線機の持つ電氣的, 機械的水準をも下回るべきでない。また, 価格および生産工程などの面からみても, 従来の無線機にくらべまさとも劣つてはならないはずである。これらの考え観点に立つて開発し

た。三菱, 標準形トランジスタ化 VHF/FM 無線電話装置については, 仕様の概要を紹介する。

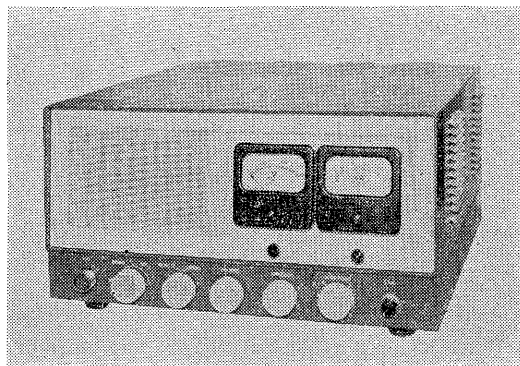
1 固定局

a. FS—10 形 (60Mc 帯, 150Mc 帯)

図 1 にその前トビラを開いたところを示す。この無線機の外形寸法は 520 (巾) × 225 (奥行) × 1,000 (高さ) mm である。無線機上部には計器部, 操作部を有し, 平常の操作, 監視などはトビラを閉じたまま行なうことができ, とくに制御器を使用する必要がなく, 床上にこの無線機を設置すれば操作部分がちょうど事務椅子の高さになるよう設計されている。計器部のメータは 1 個が電源電圧用であり 1 個は調整用である。この調整用メータは操作部の切換スイッチによって送信部, 受信部の各部電流を測定することができる。



第 1 図 FS—10 形 固定局用無線機

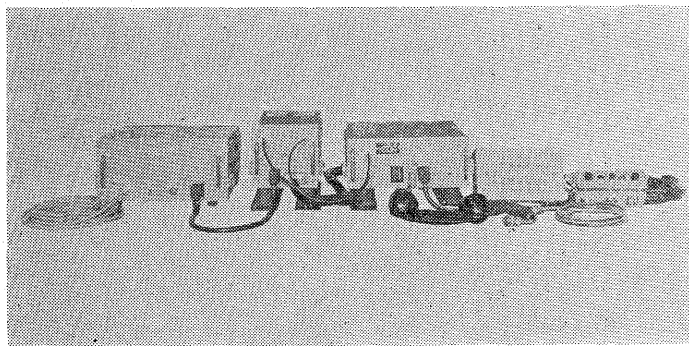
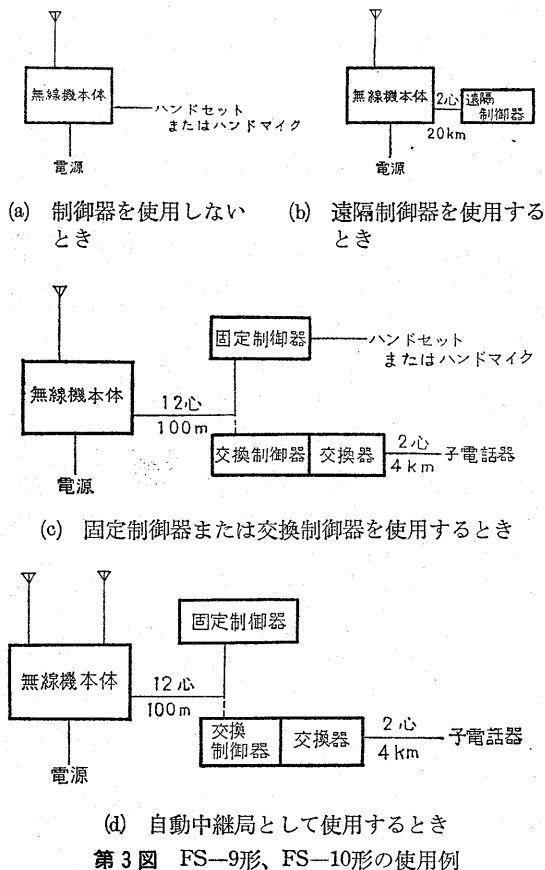


第 2 図 FS—9 形 固定局用無線機

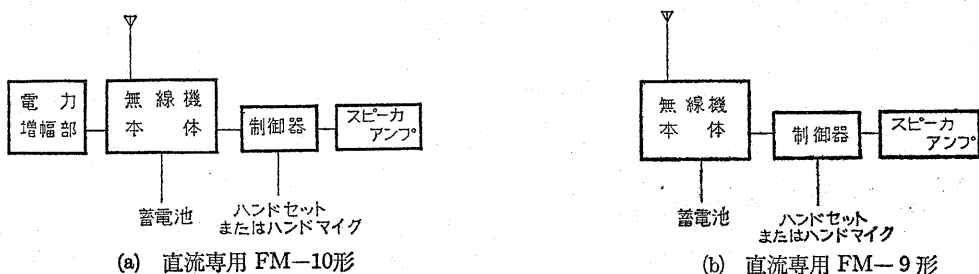
b. FS—9 形 (60Wc 帯, 150Mc 帯)

図 2 に FS—9 形無線機の外観を示す。この無線機の外形寸法は 400 (巾) × 425 (奥行) × 215 (高さ) mm である。この形式の送信出力は 10W までに限られているがとくに小形軽量で卓上形構造に設計され, 前面に計器部操作部を有し, 平常の操作, 監視に便利な構成としている。

FS—10 形, FS—9 形無線機は, その使用目的により種々の制御器を組合せて運用でき, その使用例を図 3 に示す。



第4図 FM-10形移動局用無線機



第5図 直流専用の場合

2 移動局

この装置はFM-9形、FM-10形（二者とも60Mc帯及び150Mc帯）の2種類に大別される。FM-10形は本体、送信電力増巾部、制御器、スピーカケース（低周波電力増巾部を含む）および外付交流電源部より構成されている。FM-9形はFM-10形より送信電力の増巾部を除いたもので、ほかは完全にFM-10形と同一であるが、送信出力は10Wまたは5Wである。なお外付交流電源のシャーシは固定用のものと同一のものを使用している。

図4にFM-10形の外観を示す。左より外付交流電源部、送信電力増巾部、本体、スピーカケース、制御器である。

本体および送信電力増巾部は防振を介して自動車の床面にとりつけ、制御器およびスピーカケースはダッシュボードまたはその近辺に取付具で取付ける。

本体内には送信出力部、送信通倍部、受信部および電源部を收容し、送信電力増巾部には電力増巾部とその電源を收容している。各部間の接続は接栓によって行ない。本体の前面には調整用メータのスイッチおよびメータ用ジャックがあつてFMテストを使用することができる。

外形寸法は本体が291（巾）×340（奥行）×120（高さ、クッション別）mm電力増巾部が158（巾）×340（奥行）×150（高さ、クッション別）mmである。

送信出力部、送信通信部、受信部および送信電力増巾部は固定局のものと同一のものを使用している。

電源部は直流6Vまたは12Vのいずれかで動作し、無線機の各部に必要な高圧を得るための装置はトランジスタを使用しDc-Dcコンバータであるため、従来の回転コンバータ式やパイブレタ式に比べて機械的な運動部分がないため、火花雑音や回転などの騒音が皆無となつている。

この無線機は直流6Vまたは12Vの蓄電池を使用し制御器と組合せて使用する。図5にその使用例を示す。

なお保守点検の際、または一時的に固定局として、無線機をAC100Vで動かせることができる。図6にその使用例を示す。

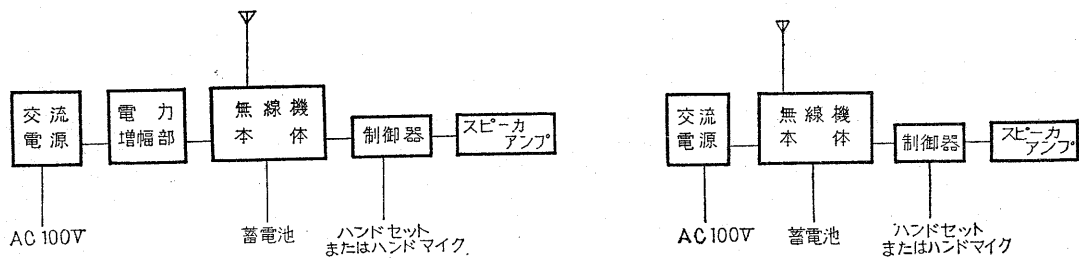
3 定格仕様

FS—10形, ES—9形, FM—10形, FM—9無線

機の定格仕様を表に示し、表2に当社の代表的な真空管式無線機との消費電流と重量を比較を示す。

表1 定格仕様

項 目	規 格	項 目	規 格
一般事項		(2) 受信方式	水晶制御二重スーパーヘテロダイ ン方式
(1) 使用定格	1分送信, 3受信の繰り返し連続 使用	(3) 中間周波数	第1; 10.7Mc 第2; 455kc
(2) 周囲温度および 湿度	周囲温度 $-10^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ 周囲温度 $+35^{\circ}\text{C}$ 相対湿度95%で 異状なし	(4) 周波波数容偏差	周囲温度 $-10^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ におい て $\pm 0.002\%$ 以内、ただし常温に おいて $\pm 0.001\%$ 以内に調整可能
(3) 絶縁抵抗	10M Ω 以上 (トランジスタ回路を除く)	(5) 入力インピーダ ンス	75 Ω 同軸ケーブルにより空中線に 接続する (指定により50 Ω にも接 続可能)
(4) 耐電圧	500V以上の回路と箱体間; DC 1.000V 1分間 200V以上, 500V未満の回路と箱 体間; DC 500V 1分間	(6) 雑音抑圧感度	20dB雑音抑圧するために必要な 入力電圧は6dB (μV) 以下 (た だし, 入力電圧20dB (μV) にお ける残留雑音は1kc100%変調信号 に対して -35dB 以下)
送信部		(7) スケルチ感度	入力電圧0dB (μV) 以下20dB (μV) 以上調整可能、ただし、40dB (μV) 以上を抑圧しない。
(1) 周波数範囲	150Mc帯; 148~162Mc間の1周波 60Mc帯; 54~68Mc間の1周波	(8) 低周波出力	1kc70%変調された入力電圧20 dB (μV) において、ヒズミ率20 dBのとき、低周波出力は $+8\text{dB}$ (mW) 以上とし、付加装置をつ けることにより出力1W以上
(2) 変調方式	水晶制御位相変調による等価周波 数変調方式	(9) 低周波特性	1kc20%変調を基準として 0.3kcで $+6 \pm 3\text{dB}$ 以内 2kcで $-4 \pm 3\text{dB}$ 以内 3kcで $-8 \pm 3\text{dB}$ 以内
(3) 周波数通倍数	150Mc帯; 24 60Mc帯; 18	(10) 電圧変動の影響	電源電圧が正規電圧の $\pm 10\%$ 以内 で(4)(6)(7)(8)を満足する
(4) 周波数許容偏差	周囲温度 $-10^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ におい て $\pm 0.002\%$ 以内、ただし常温に おいて $\pm 0.001\%$ 以内に調整可能	電源部	
(5) 定格出力	50W, 25W, 10W, 5Wのうち1種	(1) 定格入力電圧	固定; AC100V (50/60c/s) 移動; DC 6.3Vまたは12.6V (直 流専用) DC 6.3Vまたは12.6Vお よびAC100V (50/60c/s) (交直両用)
(6) 励振低下の影響	いずれの段の格子電流が25%減少 しても出力減少は10%以内	(2) 出力電圧	電力増幅高圧 出力50Wのとき; 500V, 220mA, リップル1%以下 出力25Wのとき; 400V, 150mA, リップル1%以下 送信出力部高圧 出力50Wのとき; 220V, 110mA, リップル1%以下 出力25Wのとき; 220V, 100mA, リップル1%以下 出力10Wのとき; 300V, 150mA, リップル1%以下 出力5Wのとき; 220V, 115mA, リップル1%以下 トランジスタ電圧 送信時と; 12V, 330mA リップル0.05%以下受信時に 切換使用 (受信時の低周波増 幅器電流を含む)
(7) 不要発振	水晶発振子を取り除いたとき出力 はゼロとなる。また各段の回調調 整部分をいずれの位置においても 自励発振を起こさない。		
(8) 出力回路の整合	75 Ω 同軸ケーブルを通して負荷に 接続したとき、定在波比2以下の 負荷に対し整合可能 (50 Ω 調整可能)		
(9) 標準変調入力	$-4 \pm 2\text{dB}$ (mw)		
(10) 変調周波数特性	1kc20%変調を基準として 0.3kcで $-105 \pm 3\text{dB}$ 以内 2kcで $+4 \pm 3\text{dB}$ 以内 3kcで $+6 \pm 3\text{dB}$ 以内		
(11) 変調直線性	I.D.C回路を働かせた状態で1kc 70%変調まで直線性		
(12) ヒズミ率	良好、標準変調において -20dB 以下		
(13) 変調入力インピ ーダンス	0.3~3kcにおいて $40 \pm 10\Omega$		
(14) 残存振幅変調	1kc100%変調において5%以下		
(15) 信号対雑音比	1kc70%変調において -40dB 以下		
(16) 電圧変動の影響	電源電圧が正規電圧の $\pm 10\%$ 以内 で(4)項を満足する		
受信部			
(1) 周波数範囲	150Mc帯; 148~162Mc間の1周波 60Mc帯; 54~68Mc間の1周波		



(a) 交直両用 FM—10形

(b) 交直両用 FM—9形

第6図 交直両用の場合

表2 トランジスタ式と真空管式の消費電流と重量の比較

(a) 固定形の比較

送信出力 (W)	周波数帯 (Mc)	トランジスタ式				真空管式			
		機 械	消 費 電 力			機 種	消 費 電 力		
			電 圧 (V)	受信時の電 流(約A)	送信時の電 流(約A)		電 圧 (V)	受信時の電 流(約A)	送信時の電 流(約A)
10/ 5	150	FS—9A	AC 100	0.3	1.0/0.7	FS—5A	AC 100	0.8	1.6/1.5
	60	FS—9C	AC 100	0.3	0.9/0.6	FS—5C	AC 100	0.8	1.3/1.1
50/25	150	FS—10A	AC 100	0.5	2.6/1.9	FS—3C	AC 100	1.5	3.6/3.2
	60	FS—10C	AC 100	0.5	2.1/1.6	FS—3C	AC 100	1.4	3.2/2.3

(b) 移動形の比較

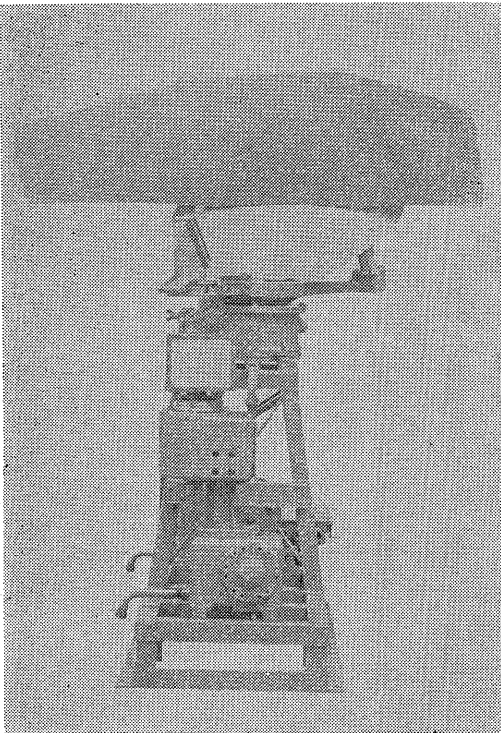
送信出力 (W)	周波数帯 (Mc)	機 種	トランジスタ式				真空管式			
			消 費 電 力			本体の重量 (約kg)	消 費 電 力			本体の重量 (約kg)
			電 圧 (V)	受信時の電 流(約A)	送信時の電 流(約A)		電 圧 (V)	受信時の電 流(約A)	送信時の電 流(約A)	
10/5	150	FM-9A	DC 6.3	3.5	14/11	12	DC 6.3	15	21/19	20
			DC 12.6	1.7	7.4/5.3		DC 12.6	8.0	11/10	
			AC 100	0.3	1.0/0.7		AC 100	0.9	1.7/1.6	
	60	FM-9C	DC 6.3	3.5	13/10		DC 6.3	15	18/17	
			DC 12.6	1.7	7.0/5.0		DC 12.6	7.0	9.0/8.5	
			AC 100	0.3	0.9/0.6		AC 100	0.9	1.3/1.2	
25	150	FM-10A	DC 6.3	5.6	26	16 (電力増幅部約4kgを含む)	DC 6.3	20	40	30
			DC 12.6	2.8	12		DC 12.6	10	20	
			AC 100	0.5	1.9		AC 100	1.8	3.2	
	60	FM-10A	DC 6.3	5.6	22		DC 6.3	17	33	
			DC 12.6	2.8	10		DC 12.6	9	17	
			AC 100	0.5	1.6		AC 100	1.4	2.5	

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

概 要

電波を利用した航法援助装置の発達に伴い小型船舶でも利用出来るような簡便な受信機で、光の燈台と同じように使用出来る装置が要望されるようになって来た。マイクロ波ロータリービーコン装置は、この様な目的で発された航法援助装置の一つであります。



動作原理

中波ビーコンの信号音に相当する方位信号を出す高速回転空中線と、中波ビーコンの信号極少点に相当する測定終了信号を出す低速回転空中線から構成されている。

高速回転空中線は、低速回転空中線の180倍の回転数で回転している。即ち、高速回転空中線が、1回転すると低速回転空中線は、 2° 回転する。

ビーコン局からの信号を受信機で聞くと、高速回転空中線からの信号は、高速回転空中線が受信機の方を向いたときだけ信号が聞えるので高速回転空中線が1回転する度に1短点が聞える。

第1図は、低速回転空中線の回転角度に対する高速回転空中線から送信される信号の、変調周波数を図示したものである。

運用方法

小型低廉な受信機を船に搭載し、受信音を数えて、海上に位置線を求める。

マイクロ波ロータリービーコン局が、二局以上受信出来る場合には、この位置線の交点によって、海上の位置を求めることが出来る。

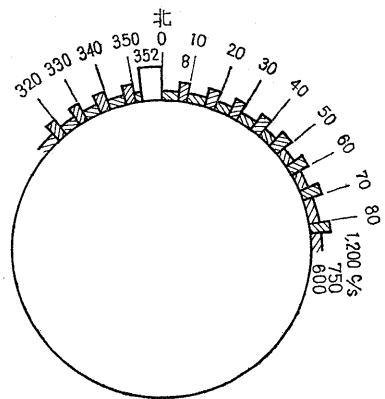
尚、受信者の最大になる受信機の向きが、ビーコン局の方向になるので、概略の位置を求める事が出来る。

ビーコン局の有効範囲は、天候により左右されるが、10浬以上に達する。

高速回転空中線からの信号の変調音を低速回転空中線が、北を向いたとき高くして測定開始信号としている。この測定開始信号を聞いてから低速回転空中線からの信号（測定終止信号）が、聞える迄の方位信号の数は低速回転空中線の指向性が北を向いている時から低速回転空中線が受信点の方向を向く迄に高速回転空中線の回転した数になる。

即ち、この数を2倍すれば受信点の方位度数になるわけである。

尚、数え易くする為に高速回転空中線が、5回転する度に音階の少し高い信号を入れている。



第 1 図

主な仕様

- | | | | | | | | |
|---|-----------|-------|---------------------|---|------|-----------|---------------|
| 1 | 品名 | 送信機 | TMB 611 | 4 | パルス巾 | 低速回転用 | 1,000 P. P. S |
| 2 | 送信出力 | | | | | 高速回転用 | 1 μ S |
| | | 高速回転用 | 40KW (尖頭値) | | | 低速回転用 | 1 μ S |
| | | 低速回転用 | 7KW (") | 5 | 発振管 | マグネトロン | |
| 3 | パルス繰返し周波数 | | | 6 | 変調方式 | サイラトロンによる | |
| | | 高速回転用 | 1,200 P. P. S (北信号) | | | パルス変調 | |
| | | | 750 P. P. S (10°信号) | 7 | アンテナ | 低速回転用 | 放物線反射器付電磁ホーン |
| | | | 600 P. P. S (2°信号) | | | 高速回転用 | 電磁ホーン |

大型船用レーダ

(Captain F. J. Wylie, "Marine Radars for Large Ships," The Journal of the Institute of Navigation, vol. XIV No. 4 Oct. 1961)

東京計器製造所 落 合 徳 臣 抄訳

1. 緒言

この論文は船用レーダのある特定の範囲すなわち主として大型船用について書かれたものである。このような装置においては、世界の隅々まで港を求めて航行する大洋航行船、大型油槽船、深海非定期船が遭遇する種々の状況に適合するように、その性能は万能であり、しかも最も精巧であるように設計されている。1961年で商用レーダが使用されてから第16周年にはいるので、この論文はレーダ性能の実際の記録を示そうとするものである。個々の比較を行うのが目的ではなく、考想に対し良い資料を提供したいという考えである。

2. 進歩の経過

(1) 英国においては1947年から1952年にわたり、レーダの仕様は共通なもの、しかも一層厳密なものとなるように次第に進歩してきた。米国は同様な傾向ではあるが、やや趣を異にしている。1953年から1959年にわたり米国の傾向は英国の影響を受けて高分解能の方に向っており、この間英国の製造会社は米国で好評であった15吋または16吋の大型 CRT を提供し始めている。その他の傾向はいずれも同様であつて高分解能、高性能、高信頼度、雨滴海面反射妨害の抑制向上などの方面に向うものであつた。

(2) 外観を見れば気がつくことは方位分解能を向上するためにアンテナの設計が変化していることである。英国では最初はチーズアンテナ一点張りであつたが、流行は傾斜型パラボリック・シリンドからスロットッド導波管に移行している。また6呎以上のアンテナに対する僻見も今ではなくなり、10呎アンテナが出現してビーム幅が優れていることを示している。米国ではチーズアンテナは人気はなく、大型船には長い間12呎の傾斜型パラボリック・シリンド (T・P・C) アンテナが使用されていたが、今ではスロットッド導波管も出現し始めている。

(3) 1960年には考えていることと並行して進歩が行われ、一般の性能向上が経済的限界に達したような兆が現われている。この問題について種々議論されたり、文献が発表されたりした結果、一般の希望は操作者が、より容易に、より速に、より正確に、観測ができ、計算ができるような方法が実現されることであつた。

(4) レーダ映像の画質の向上、多種多様の表示方式に関しては、すでに相当程度実用化されたと看做すと、今後解決を必要とする問題は次のように考えられる。

(i) 遠距離 (12哩以上) : レーダ接触ができるとすぐ船首方位から近接する他船の性質、例えば反対コースであるとか、角度が僅かながら収れんするとか、拡散するとか、などに関する不安が除去できること。

(ii) 至近距離 (3哩以内) : 狭水域 (最小近接距離 $C \cdot P \cdot A$ 2哩以下) の通過を認められて進行している場合にコースまたは速度が変化したときには直ちにこれを確認することができること。

(iii) あらゆる場合 : レーダ情報を最も利用し易い形に変換するための計算に心理的および手動的労力を軽減すること。軽減の度合は最も小さい船でも、この計算を普通のことと考える程度にしたい。

(iv) 昼光で映像を見ること

(i)(ii)(iii)の諸問題の成功は根本的に距離分解能および方位分解能または他の性能の改良にかかわる。しかし P P I 表示であらわすというところに幾分、固有の難点がある。したがって P P I 表示を一層有効にする手段を講ずるとともに、他の表示方式の開発を図ることが必要である。

3. 大型船用レーダの性能

種々の製造会社 (7社) で出している大型船用レーダの性能を示すと表の通りである。この表は諸々の項目についてあげてあるが、その主なるものは次の通りである。

(1) CRT直径

1953年には英国のレーダは12吋以下の CRT を使用していた。現在は1社以外は全部15吋または16吋を使用している。米国のスペリーも16吋に増大し、米国の他の製造会社と今や歩調を合せようとしている。

(12) 調整器

ある製造会社は調整器の数を最小限にするように特別の注意を払っている。また最も頻繁に使用することを必要とする調整器は指示器の最も手近な所に配置する。種々のマークやスケールの個々に対し別々に輝度調整を設けるようにしたりまたパルス幅の転換を独立に行えるようにしたりして装置の改良を図ると全体の調整つまみは増加するが、その配置を合理的にさえすれば、過度に複雑化するのを避けることができる。すべての装置は現在 FTC を備えている。この大部分は接・断のスイッチでコントロールするようになっていく。しかしデッカ TM 969 では微分の程度が可変になっている。トルーモーションが出現してからは勿論調整箇所が著しく増加している。

(3) 妨害除去

すべての装置はすでに述べた FTC と同様に STC を備えている。妨害除去は改良されたがまだ決して完全ではない。スペリー Mark III は対数感度受信機と、希望により円偏波装置をも備えるようにしている。この組合せは恐らくは最も有効な方法であろう。英国の1社は開発中の装置に対数感度受信機を実現しようとしている。

(4) 距離スケール

英国の新製品の距離スケールは最大距離以外はすべて1957年仕様書に準拠している。大部分のものは最小距離スケールは $\frac{3}{4}$ 哩であり、全スケールは2対1の比で進んでいる。米国のものは2対1の比率主義を使用していない。この比率の理由はどの映像でも測定精度をあげるために中心より2分の1半径以上離れた所にもつてくれるという所にある。

(5) トルーモーションと離心調整

現在英国の製造会社はすべてトルーモーション表示のもの、およびこの表示ができてしかも離心相対表示のできるものを提供している。12哩以上の距離スケールではこれらの機能は発揮できない。トルーモーションはこの距離以上の所では真価が発揮できないし、離心相対表示はトルーモーションの回路に準拠しているので、12哩以内に制限されている。

(6) 距離マーカおよび方位マーカ

現在大型船用レーダはすべて可変距離マーカを備えているがその型式が大部異なる。またトルーモーションには電子の方位カーソルが必要となつたので、すべてのトルーモーション・レーダは全部の表示方式にこれを使用し

ている。この両マーカは機能と精度において大きい進歩をもたらしている。

(7) パルス幅と距離分解能

良好な距離分解能と短い最小探知距離を得ることはパルス特性の上では相当類似の要求である。新型レーダではすべて2重パルスが使用され、短いパルスは $0.06 \sim 0.12 \mu s$ であり、長いパルスは $0.25 \sim 0.5 \mu s$ である。デッカ以外の全装置はパルス幅は距離スケールと共に転換される。デッカは最小スケール以外は操作者の要求に最も適するようにパルス幅は選択できるようにしてある。英国の傾向としては各パルス幅に対し同一の繰返周波数を使用するが、米国のものは短いパルス幅に対し非常に高い繰返周波数を、長いパルス幅に対し約4分の1の繰返周波数を使用している。

(8) アンテナと方位分解能

アンテナでは型式および開口いずれにおいても大きい変化があつた。大型レーダでは現在チーズアンテナは使用されていない。7社の内4社はスロットッド導波管を使用している。米国のものは12呎開口のものを、デッカとケルビンヒューズは10呎開口のものを提供している。一般のねらいはビーム幅の改良であつて、できれば一度以内にしたい所である。英国の回転速度は $20 r \cdot p \cdot m$ またはそれ以上であり、米国のレーダは $15 r \cdot p \cdot m$ またはそれ以下である。サイドローブ性能は全般的に大いに改良されている。

(9) ピーク出力

一般にピーク出力は同一のままである。RCA のトルーモーション・レーダでは短いパルスを使用する時にはピーク出力を3分の1減少している。

(10) 警報装置

ある状態や欠陥を監視者に警報するようにした機能については研究すれば興味ある問題であるが、ここに特に細部を記載する必要はない。トルーモーションを復帰させたり、復帰する時期に近づいていることを要すれば警報するようにした実際の方法については種々ある。

(11) レフレクション・プロッタ

大型船用レーダの製造会社は現在すべてレフレクション・プロッタを提供している。7社の内4社はプロッタをセットに組み入れている。

(12) 動作監視装置 (パーホマンス・モニタ) 英国のものはすべて作りつけのモニタを持つている。その大部分はピックアップとして導波管の所にエコーボックスを使用している。RCA も同様な装置を備えている。スペリーのものはモニタを持つていない。レーションは希望により附加できるようになっている。

4. 其の他の事項

(1) 以上のような変遷を観察すると近距離には短いパルスを使用し、またアンテナの開口を増大しパターンを改良することにより分解能の向上を図ろうとする傾向があることがわかる。7社の内4社のレーダがこのためにスロットッド導波管を導入している。またいまの所、既装備のレーダの内3%以下しかトルーモーションを使用していないが、一般の傾向はこの方式ならびに大きい直径のCRTを使用しようとしている。雨滴反射抑制のために一般にFTCが使用されているが最近のデッカの装置ではFTCが可変になっている。中心拡大の機能は殆んど消滅している。パーホマンス・モニタは英国ではすべてのレーダに使用されているが、米国ではRCAのものだけである。プロットングは過去10年間よく使用されたのでどの製造会社もレフレクション・プロッタを提供しており、大多数のものは作りつけとなつてゐる。

(2) 種々の趨勢から考察すると今や使用者の大部分は、もしレーダが霧中衝突を避けるのに本当に価値があるとすれば、意識的な計算がどうしても必要であろうという信念に同意すると云える。現在観測者に単に良好なレーダ映像を提供するというより、更に進んだ新しい考案に直面している。距離、方位の測定手段を改良すると共にその最終目的である他船との最小近接距離(C・P・A)とか、その航路および速度を得る手段を何とか改良しようとしている。この問題の開発についてはケルビンヒューズ、マルコニ、RCR、レーションのように新しい表示方式を提供し、または将来提供しようと努力しているグループと、AEI、デッカ、スベリーの様に現在操作上の改良のみに専念しているグループとに2分することができる。

最初に後者のグループの例をあげるとAEIの「エスコート」レーダは操作を簡易化し、従つて最も自動化したので有名である。離心相対表示(O・C・R)も普通の中心相対表示(C・R)も、またトルーモーション(チャート・プラン)もできる。「エスコート」レーダのトルーモーションの操作は選定した2本の半径距離の1つに到達すると自動復帰するようにしてあつて現在のコースのままであればPPIの中心を通るような点から自動的に再出発するようになっていて操作が簡易化されている。これはまたPPIの上部が北または南のどちらか一方の選択した方に安定化することのできる唯一のものである。また12時表示を好んで維持している唯一のものである。また電子的方位カーソルが可変距離マーカの外方にのみ表われるようになっていて、しかも機械的カーソルと機械的に連結されて方位を読みとるときに普通の円周目盛がそのまま使用できるようにしたという1、2の独創的特徴がある。また面白いことは製造会社によつて潮流の考慮に対し使用されている手段が異なることであ

る。この点「エスコート」レーダでは方向と速度との調整が入れてある。

デッカ・レーダは回転偏向コイルを使用して初めて「インタースカン」の技術を取り入れた先駆者である。スカナの1回転に距離マーカと方位マーカが1回だけ見える方式ではなく、連続的に見えるようにしたもので距離方位の測定を非常に容易にしたものである。珍しく可変のFTCを使用していることや、最小スケール以外には長短パルスの選択ができることは前に述べた通りである。このレーダではトルーモーションの復帰は自動的ではなく、調整によつて選んだどの点からも再出発できる。潮流については「航路修正」調整と自船の速度調整とがある。

スベリーは海面反射妨害、雨滴反射妨害抑制のために普通のSTCとFTCのほかに、対数感度受信機と円偏波を使用するように特に考慮された高分解能のもので概して便利なものである。また7社の内でトルーモーションを使用していない唯一のものである。

他のグループの例をあげると、ケルビンヒューズは高速処理写真表示の先駆者である。その目的は昼間光の所でプロットングに便利な平面上にレーダ映像を見ることができることである。簡単に云えば、短い時間間隔で16mmフィルムにPPIの写真を取り、フィルムの感光部を直に現像して、プロットングに充分な余席を周囲に設けて、直径24時の方位環と同時にスクリーン上にそのネカを投射する。最小時間間隔は約 $3\frac{1}{2}$ 秒であり、これが情報の最小遅れであり、また次の画と換わる最大速度でもある。時間間隔は5~10分に増加することができる。また表示は周囲光の状況により白地に黒くまたは黒地に白く出すこともできる。前に述べた問題がこれによりどの程度解決できるかが興味のある所である。潮流の方向および速度に対する調整は何も備えていない。

英国で最も早く15吋CRTを使いだしたマルコニはこれに時々トルーモーションとレフレクション・プロッターの機能を附加していた。マルコニのレーダは特に大型船用として高出力、高分解能のものを開発して一進歩を劃したものであるとして知られている。このレーダは方位情報盤ならびにCRT架ともにコンパス・レピータ制御がかけていて、大掛りの安定化表示を備えたものであつて、完全に安定化されたトルーモーション表示が普通のように上方を北として表わすことも、また上方を船首方向として表わすことも、いずれもできるようになつてゐる。

RCAもトルーモーションを好む人を助けるという考えで早くから進んできたが、北を上方に表わす方式はとらなかつた。この方式は安定化を二重に施すことになるので実際は複雑となる。CRTはコンソールに固定され

表 大型船用レーダーの主要諸元

区分	会社名		A. E. I		Decca Radar		Kelvin Hughes		Marconi		RCA		Raytheon		Sperry (N. Y.)	
	型名	Escort (Chart-plan)	T. M. 969 (True motion)		Type 14/16 P (True plot)		Radiolocator IVB (Track Indicator)		CRM-NIB-75 (True-View)		1605		Mark 3/4			
直径 (吋)		12	16		16		16		16		16		16		16	
表示		TM, OCR, CR(N, S or SHU)	TM, OCR, CR, NU or SHU		TM, OCR, CR		TM, & CR (NU or SHU)		TM, OCR or CR (全部安定化 CRT を使用し SHU)		CR (N or SHU) 安定化方位環付. TM & OCR 指示器は別		CR, NU 固定方位環とプロッタ付. または CR, SHU 安定化方位環とプロッタ付			
距離スケール	トルーパー モーション 離心相対 中心相対	$\left. \begin{array}{l} 3/4, 1 1/2, 3, 6, 12 \\ 3/4, 1 1/2, 3, 6, 12, 24, 48 \end{array} \right\}$	$\left. \begin{array}{l} 3/4, 1 1/2, 3, 6, 12 \\ 3/4, 1 1/2, 3, 6, 12, 24, 60 \end{array} \right\}$		$\left. \begin{array}{l} 3/4, 1 1/2, 3, 6, 12 \\ 3/4, 1 1/2, 3, 6, 12, 24, 48 \end{array} \right\}$		1, 3, 10, 20 なし 1, 3, 10, 20, 40		1, 2, 6, 16 1, 2, 6, 16 (5% 半径) $1 1/2, 1, 2, 6, 16, 40$		なし なし $1 1/2, 1, 2, 4, 8, 20, 50$		なし なし 1, 2, 6, 15, 40			
電子的方位カール	距離スケール スキャンまたはインテグレーション 全部または半径の1部 指示型式 輝度調整	全部 スキャン 1部 (VRMの外側) 円周スケール (カーソル連結) 船首マークと共通	全部 インテグレーション (50 c/s) ドラムとポイント 分離		全部 スキャン 全部 ダイアル 分離		1, 3, 10, 20 スキャン 全部 ダイアル 分離		全部 スキャン 全部 デジタルカウンタ 分離		安定化方位環 — — 円周スケール なし		なし なし なし なし —			
機械的カーソル		並行線	並行線		並行線		並行線		並行線		並行線		並行線			
可変距離カー	距離スケール 指示型式 輝度調整	全部 バレルとポイント 分離	全部 ドラムとポイント 分離		全部 ダイアル 分離		全部 バレルとポイント 共通		全部 $1 1/2, 1/2 \sim 30$ 連 カウンタ 分離		全部 $1/4 \sim 20$ 連 全部 $1/4 \sim 40$ 連 カウンタ 分離					
インテグレーション距離マーク	距離スケール 輝度調整	— —	$1 1/2, 3, 6, 12$ 分離		— —		— —		— —		— —		— —			
中心調整	なし, 前以て設定	7 位置	垂直, 水平調整		垂直, 水平調整		垂直, 水平調整, 前以て内部設定									
妨害除去調整 (STC)		10 位置	連続		連続		10 位置		連続		あり					
微分器調整 (FTC)	接一断	可変	接一断		接一断		接一断		接一断		あり				STC, FTC 共で4位置	
中心拡大調整	なし	なし	なし		なし		なし		なし		なし		あり/なし			

区分	会社名	A. E. I	Decca Radar	Kelvin Hughes	Marconi	RCA	Raytheon	Sperry (N. Y.)
	型名	Escort (Chart-plan)	T.M. 969 (True motion)	Type 14/16 P (True plot)	Radiolocator IVB (Track Indicator)	CRM-NIB-75 (True-View)	1605	Mark 3/4
自動復帰調整	トルー	可, 3/8 または 1/2 半 径先より	なし, TM 停止し 警報灯	なし, TM 停止し 灯とブザー	なし, 設定した所で TM 停止, ブザー	可, 3/4 半径, 可聴 音 20 秒		—
	モ	自動から転換すれ ば何時でも	N-S & E-W 調 整	N-S & E-W 調 整	ボタンを押せば何 時でも	ボタンを押せば何 時でも		—
	ション	1/3 半径船尾に	(手動で, どこか) 可	(手動で, どこか) 可	(手動で, どこか) 可	5/8 半径		—
		可 潮の方向と速度の 調整	「航路修正」調整 可	可	可	なし		—
距離精度	距離精度一 (可変マ ーカ)	2%	2 1/2% (より良好)	指示距離の 1%	2%	2% (以内)		
	距離分解能	30 yd	38 yd (より良好)	35 yd (以内)	45 yd		8.5 yd	
	最小探知距離	30 yd	30 yd (以内)	35 yd (以内)	30 yd (以内)	15 yd	17 yd	20 yd
	方位精度	1/2° (円周スケール)	1° (より良好)	1° (より良好)	1° (より良好)	1°	1° (より良好)	1.25 度以上は 2%, 以下は 50 yd
CRT	方位分解能	1.4°	3/4°	3/4°	1.5°	0.65° (12 呎アンテナ)	0.60° (12 呎アンテナ)	0.65° (12 呎アンテナ)
	偏向	電磁	電磁	電磁	電磁, 固定コイル	電磁	電磁	電磁
	焦点	静電, 固定	電磁, 手動	静電, 前以って設定	電磁, 手動	静電, 手動調整	静電, 手動調整	静電, 手動調整
	画像調整	自動	自動	手動	手動	自動	自動	
ジャイロ・コンパス ・レベータ	遮	完全	MU メタルコーン	MU メタルコーン	MU メタルコーン	MU メタルコーン	MU メタルコーン	MU メタルコーン
	作り付け	作り付け	作り付け	作り付け	なし	なし		安定化された方位 スケール
	表示	毛章型	送信出力一毛章型 受信機一太陽型	送信出力一毛章型 受信機一太陽型	毛章型	車輪状	希望により附加	なし
	動作監視装置	アンテナにエコー ボクス	送信出力 の前方に アンテナ ネオン (導波管に エコーボ クス)	送信機 の前方に エコーボ クス	導波管にエコーボ クス	導波管にエコーボ クス		
レフレクション・ プロッタ	作り付け	希望により, 固定 面	希望により, 固定 面	希望により, 回転式 (新型)	希望により, 回転式 (新型)	希望により, 安定化	希望により, 安定化	希望により, 安定化
ピーク出力 (kW)	45	75	60	50	40	65	65	65
パルス幅 (μS)	0.12 & 0.25 距離 により切換	0.1 & 0.5, 3/4 度 以外は任意選択	0.1 & 0.3 距離に より切換	0.2 & 1.4 距離に より切換	0.06 & 0.5 距離 により切換	0.05 & 0.5 距離 により切換	0.1 & 0.4 距離に より切換	0.1 & 0.4 距離に より切換

会社名		A. E. I		Decca Radar		Kelvin Hughes		Marconi		RCA		Raytheon		Sperry (N. Y.)	
区分	型名	Escort (Chart-plan)		T.M. 969 (True motion)		Type 14/16 P (True plot)		Radioindicator IVB (Track Indicator)		CRM-NIB-75 (True-View)		1605		Mark 3/4	
		1200		1000		1100		2000 & 500 距離により切換		4000 & 1000 距離により切換		4000 & 1000 距離により切換		3000 & 750 距離により切換	
送信機	線返周波数 (c/s)	サイラトロロン		トリガされたハードバルブ		ハードバルブ		ハードバルブ		サイラトロロン		ハードバルブ		ハードバルブ	
	変調管	TB & 広帯域 TR		広帯域 TR		同調型 TR		同調型 TR		広帯域 TR				TB & 広帯域 TR	
受信機	「スタンバイ」	あり		あり、赤と緑の表示灯		あり		あり		あり		あり		あり	
	中間周波数 (Mc/s)	50		30		60		30		30		50		60	
受信機	I F 帯域幅 (Mc/s)	14		11		10.5		10 & 2 距離により切換		22 & 3 距離により切換		30 & 6 距離により切換		12	
	同調 (微細)	メータと警報灯による手動		動作監視装置を使用した手動		ネオン表示による手動		自動 (手動も可)		自動				自動	
受信機	直線感度または対数感度	直線		直線		直線		直線		直線				両方	
	型	スロットテッド導波管		スロットテッド導波管		スロットテッド導波管		T. P. C		T. P. C		スロットテッド導波管		T. P. C	
アンテナ	開口	6 呎 4 1/2 吋		10 呎		5 呎 10 1/2 吋		5 呎 1 吋		12 呎		12 呎		12 呎	
	偏波	水平		水平		水平		水平		水平		水平		水平、円偏波、転換可能	
アンテナ	水平ビーム幅 (半電力点) (度)	1.4		3/4 (-20 db で 1.8 より良好)		1.3		1.5		0.65		0.6		0.65	
	垂直ビーム幅 (度)	24		15		27		20		15		22		15	
アンテナ	回転速度 (rpm)	20		20		20		25		13		20		12	
	サイドローブ (db)	-32		10° 以内は -25, その他は -32		-40 (より相当低い)		4° 以内は -23, 其の他は -30		-27 (またはそれより良好)		2.5° 以内は -26, 其の他は -30		-25 (またはそれより良好)	
警報	利得 (db)	30		33		27 (10 呎の時は 30)		—		34					
		「局発同調」ランプ 「利得低下」ランプ 「方位誤差」ランプ 「低電圧」ランプ 「F T C 接」ランプ		TM 復帰ランプ 「スタンバイ」および「送信」ランプ 「相対運動」ランプ 「F T C 接」ランプ		TM 復帰ランプおよび「スタンバイ」および「送信」ランプ 「相対運動」ランプ 「F T C 接」ランプ		TM 復帰ランプ		TM 復帰ランプ (20 秒)					

る方法をとらずに回転できるようになっている。レーダ映像は CRT 面上の同じ点が常に北であるように CRT の面上に安定化される。また CRT の関係位置は船首マーカーが常に上方を向くように安定化される。

5. 結 言

過去 6 年間の進歩は相当なものであり、また莫大な考案が行われ、多くの能力、技術が傾倒された、しかし問題はそう簡単でないことは確かである。レーダを今後最も有効に使用しようとする情報速度を著しく改良する前に、反射映像方位の僅かな変化が、より鋭敏に識別で

きことが要求される。レーダ情報を大した労力を要せずに速に計算して、使い易い結果に表示できるようにすることは、船の運動変化を速に識別して評価することには必要ではあるが、これは別の問題を提供するものである。しかしこれも急がない問題ではない。

現在このことは多くの経費係数を要することになる。特に援助を最も多く必要とする小型船では特にそうである。これらの根本的要望に絶えず拍車を掛けることにより全体的に更に深く研究することになりその結果実際の解決がもたされる可能性が生じて来ることを大いに期待する次第である。

Laser による 測 距 装 置

東京商船大学 飯 島 幸 人

(1)近年、ロケットや人工衛星の発達により航行用計器は驚くべき発展をなしつつあるが、ここで紹介致しますのも、最近米国で開発されて現在実験段階にある Laser を用いた測距装置であります。

Laser と云うのは Light amplifier by stimulated emission of radiation の頭文字を綴つてできた語であつて、一名“光 maser”とも云はれておる。Laser と maser とは原理的には全く同じものである。先づ maser の原理から説明しましょう。maser も Laser 同様に micro-wave amplifier by stimulated emission of radiation の略であつて、日本語では「放射線の誘導放出によるマイクロ波増巾器」或は簡単に「量子増巾器」などと呼ばれておる。これは量子が持つている内部エネルギーを利用してマイクロ波を増巾、或は発振させようとするものであります。

Maser の原理

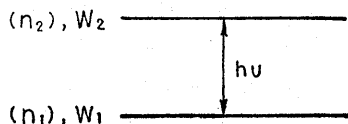
物体の内部にいろいろの形で存在している分子（或は

原子）の内部エネルギーは、その持つているエネルギーの量によつてエネルギー準位で表すことができる。いろいろのエネルギー準位にある分子は適当な周波数のマイクロ波場と相互作用を起して、マイクロ波エネルギーを吸収して高いエネルギー準位に移るか、又はエネルギーを放出して低い準位に移る。後者の場合を誘導放出と呼んでいる。

今第 1 図のように W_1 と W_2 というエネルギー準位を持つものは

$$W_2 - W_1 = h\nu$$

によつて定められる周波数 ν というマイクロ波と相互作用させたときこのマイクロ波を吸収して W_1 は W_2 に上り、 W_2 は W_1 に下つてエネルギーを放出するが上る確率と下る確率は同じであるため、若し n_1 と n_2 とが同数ならば外部からは何の変化も認められないが、 n_1 が n_2 よりも多いとマイクロ波の吸収が起り、 n_2 が多いと誘導放出が起る。一般に熱平衡の状態では低いエネルギー準位の分子が多いのでマイクロ波は吸収されるのが普通である。しかし分子系を何らかの方法で擾乱し大部分の分子が上の準位に上つて放射状態になるようにすることができれば誘導放出を起す可能性がある。即ち丁度ポンプで水を高いところに汲上げるのと似ているので、低い準位のエネルギーを励起して高い準位に上げることをポンピングと云う。ではポンピングにより高い準位になった分子はいつでもマイクロ波と相互作用して誘導放出を起すかという、そうではなく、折角ポンピングにより高い準位に持上げてマイクロ波を作用させる間もな



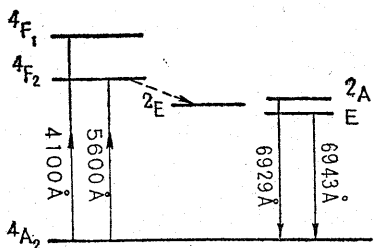
W_1, W_2 : エネルギー準位
 h : プランクの定数
 ν : 周波数
 n_1, n_2 : W_1, W_2 のエネルギー準位を持つた分子数

第 1 図

く瞬時に低い準位に落ちてしまうのが多く、 Γ のようなものは誘導放出を起し得ない。誘導放出を起し得るものは、高い準位から低い準位に移るのに或る程度の時間を持つているもの、即ち緩和時間の長いことが必要である。このように緩和時間の長い分子を励起してマイクロ波と相互作用させて誘導放出させて、そのエネルギーによつてもとのマイクロ波を増巾したり、発振させたりするのがmaserである。

Laser は maser に於けるマイクロ波の代りに波長の短い光を用いたものである。

maser としてガスを用いたガスマーザー、常磁性体、強磁性体などを用いた固体メーザー等があるが、ここでこれから述べようとする Laser はルビーの単結晶を用いたものである。第2図に示すようにルビーの単結晶は



第 2 図

5,600 Å 及び 4,100 Å に幅の広い吸収を持つているが 5,600 Å の吸収はクロムイオンを $4A_2$ から $4F_2$ に変化し、次いで無輻射過程で素早く(寿命 $0.5 \times 10^{-7} \text{sec}$)で $2E$ 状態に移る。 $2E$ 状態から基底へは輻射を出して 3.8ms の時間で移る。このことから非常に強力な 5,600 Å の光で照射するとポンピングが起り 6,943 Å の放射が起ることが解つた、このエネルギー関係を用いて「光maser」が作られた。

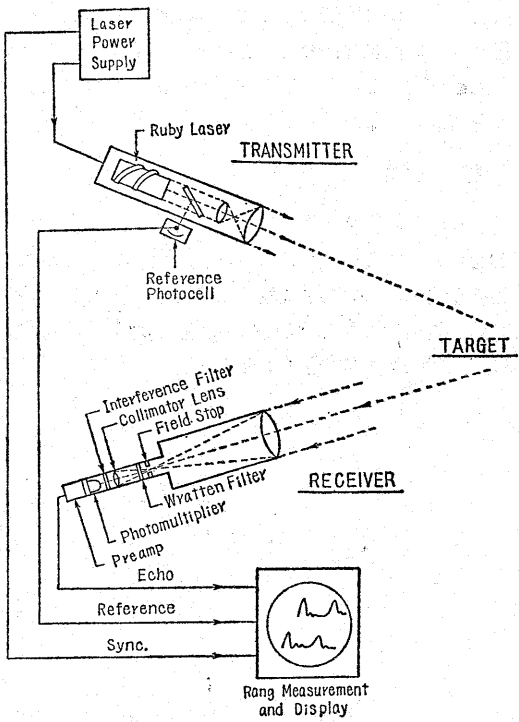
T. H. Maiman の実験(2)

Maiman (Hughes 社) はこの光 maser を用いて測距装置を作り実験に成功した、次にその装置の概要を示す。

発信装置

ルビーの単結晶は 0.05% の Cr を含んだ Al_2O_3 で直径 0.5~1cm 長さ 4cm の円筒形の棒に切出し、その両端を平行面に磨いて銀メツキシ、1~5%の透過率に仕上げて光の共振空洞とする。このルビーをスパイラル状に取巻くクセノンの Flash tube から白色光の強い数ms の閃光を発する。この閃光は 1,350 V によつて充電された 2,000 μF の蓄電器層によつて作られる。この光による励起によつて、クセノンの閃光が起つてから数百 μs の後に、ルビーは非常に鋭い指向性を持った光を放射する。この要目は次のようである。

エネルギー入力/pulse	1,200 joules
光学的尖頭出力	300~2,000 watts



第 3 図

周波数	$4,321 \times 10^{14}$ cps
波長	$6,943 \times 10^{-8}$ cm
波長帯	0.1×10^{-8} cm
発射ビーム巾	レーザーのみ 12milirad, (0.7°)
望遠鏡付	0.4 " (1.4°)

このような光が transmitter により目標に向つて放射される。

受信装置

目標より反射した光は直径15インチの比較的大口径の望遠鏡で receiver に集められる。

この光が photo multiplier に導かれ電気出力に変化されるわけであるが、その途中に立体角を制限する field stop (1~20 milirad. まで調節可能)、雑音としての光を遮断するバンド巾の狭いフィルター、集光レンズ等が存在している。photo multiplier は RCA-6217 を用いているがこれは quantum efficiency が 0.01で、これの暗電流は入力換算値で 7×10^{-12} watts である。photo multiplier からの電氣的出力は preamp を通して 2 現象のオシロスコープに与えられる。一方 transmitter からの出力もこのオシロスコープに入ってくるのでこの 2 つの信号が比較され、その信号の偏移時間を測定して距離が求められる。

実験結果

最初の実験は白昼 1,200m 離れたビルの白い壁を目標

としてなされたが、オシロ上の信号の偏移は $8\mu s$ で、明瞭に発信からの偏移量が区別できた。更に 3,000m 離れた岩の崖で行はれたがこれも成功した。次に夜間 5,500m の白いスコッチライトで行い、又 11,200m の白いガレーチで行ったが何れも成功した。これ等の実験は大気室温で行はれたが Laser を冷却すれば Laser の尖頭出力が増加し、強度のフラツキも減小して測距々離を延長できることが確められている。

結言

Laser を用いた測距装置は以上述べたように未だ実験の段階に止つてゐるが、将来これを更に発展させて、実用し得るまでに持つてゆくためには色々の困難が予想されるが、先づ技術的に解決しなければならぬことは次のような事である。

a) 発信出力の増加……これは Laser そのものの発達と励起方法。更に冷却技術など

b) receiver に高度の撰択度を持たせること……これ

は外部からの雑音を防止するために必要であるが、有効な方法は非常に狭い帯域巾のスペクトラルフィルターを開発することである。

c) 受信々号を高感度で受信し、内部の雑音を少くする……このためには quantum efficiency のよい photo tube を用いること。

d) 光増巾、或は光の Super heterodyne 技術の開発などの技術が進歩すればこの光学的測距装置は有望になり、実用段階に入る可能性もあるわけである。

註

- (1) 訳者説明
- (2) Am Experimental Laser Raining System 抄訳
by. D. A. Buddenhagen, B. A. Lengyel, F. J. Mcclung and G. F. Smith L. R. E. Convention
Record 1961

電 波 航 法

昭和 38 年 4 月 20 日 印 刷

1963

昭和 38 年 4 月 25 日 発 行

No. 4

編 集
発 行

東京都千代田区丸ノ内 1~1 運輸省海務課内
電 波 航 法 研 究 会

印 刷

東京都中央区西八丁堀 1~8
株式会社 坂 根 商 店
電 話 (551) 5205

67年の経験を活かし 航海の安全

をまもる

弊社は航海計器の総合メーカーとして皆様のご愛顧を頂いて参りました。マリンレーダーおよびロランについても日本最初の生産会社としての経験を活かし、大型船舶から漁船まで各船舶に応じて製品をそろえています。

TOKYO KEIKI

東京計器

レーダー・ロラン

MR-50Tレーダー(トルー・トラッキングレーダー)
MR-50 レーダー(16吋 ブラウン管)
MK-2 レーダー(12吋 ブラウン管)
MR-30Cレーダー(10吋 ブラウン管)
BR-20 レーダー(10吋 ブラウン管)
BR-15 レーダー(7吋 ブラウン管)
BR-7 レーダー(超小型トランジスタレーダー)
ML-1 ロラン(小型高性能ロラン)
TL-3 Aロラン(超小型オールトランジスタロラン)

株式 東京計器製造所
会社
東京都大田区東蒲田4の31 TEL (732)2111(大代)

電波航法総目次 (No. 1 ~ No. 3)

No. 1

巻頭言	森 田 清	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 狹 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	比川視朗・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 訳	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
文献標題		
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れる映 像の特性と航海術上における問題 点	茂 在 寅 男	28
(2) レーダ映像の誤差とその航海術上 の解析	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. F. 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

昭和三十一年四月二十五日印刷
昭和三十一年四月二十五日發行

電
波
航
法

電
波
航
法
研
究
會
發
行