ELECTRONIC NAVIGATION REVIEW

電波航法

1962

3

電波航法研究会発行

Published by the Japanese Committee for Radio Aids to Navigation

—目　　次—

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

巻　頭　言

電波航法研究会会長　鮫　島　直　人

電波航法は，今次大戦中に画期的な進歩をとげ，今では航法の花形として脚光を浴びるようになつた。

昨年デュツセルドルフで開かれた国際航法会議の議題も，殆ど全部電波航法に関するものであつて，世界各国の関心が如何に大きいかがこれによつてもうかがわれよう。

航法の国際性にかんがみ，戦後いち早く，1946年に電波航法国際会議（IMRAMN）がロンドンで開かれ，またその翌年1947年には，ニューヨークで第2回の会議が開かれ，戦時中発達した電波航法の平和目的利用について討議された。そして1948年の海上人命安全条約には，これらの成果が多く取り入れられている。

その後1957年に，航海用レーダ使用に関する国際会議がイタリーのゼノアで開かれ，わが国からは関谷船長が参加された。また同年に英独仏の航法三学会主催の第1回国際航法会議がロンドンで開かれ，第2回は1959年にパリーで開かれ，この時は森田前会長と落合徳臣氏が出席された。そしてこれらの成果がまた1960年の海上人命安全条約に取入れられている。昨年デュツセルドルフで第3回の国際航法会議が開かれ，それには私が出席した。

このように世界各国は電波航法については非常な関心を持ち，熱心に研究して互にその成果を交換し合つている状況である。幸いわが国でも本会が早くから，使用者，製作者一体となつて電波航法の研究にあたり，会誌もここに第3巻を重ねるに至つたことは，洵に喜ばしい次第である。

昨年デュツセルドルフからの帰途，ロンドンでRAS事務所にキャプテン・ワイリーを訪問したとき，たまたま本会から贈られた会誌創刊号が届いたところで，本会の性格等について尋ねられた。そして会誌はこれらに最も関係深い運輸省のセクレタリー・ベルチャンバー氏に届けておいたということであつた。

また昨年の英国航法学会誌十月号には，新刊紹介の欄に，学会理事ベック氏（マルコニー会社）によつて，本会及び本会誌について約半頁を費やして紹介されている。

本会誌も，このように世界的に知られるようになつたことは，喜ばしいことではあるが，また一入責任の重大さを感ずるものである。今後会員諸氏の一層の研鑽によつて，本会誌の内容が益々充実し，広い分野にわたつて多数の人々に読まれることを望んでやまない次第である。

研究調査

航海用レーダ自動警報装置[*1]

電気通信大学　大岡　茂　鈴木　務

論文紹介（東京商船大学）　鮫島直人

§1. 序　論

近年におけるレーダの発達が航海の安全上に大きな役割を果していることは衆知となつている。然しながらレーダを装備し，それを運用していながら衝突の惨事を生じた例も少くはない。その主な理由として，現用のレーダが船舶間の衝突防止用としては不十分であるのにその性能を過信することによるといわれている。それらの原因については種々考えられるが，運用者が危険な物標を見逃してしまう場合もあり得る。レーダによる観測は陰極線管面に映された像を観察することのみによるので物標は目によつてのみ検出される。このためレーダの運用者は常に映像面の観測を続けなければならなかつた。

我々は航海士をこの重荷から解放し，その上危険な物標を見逃すことのないように衝突防止用として従来のどの型のレーダにも容易に取付けられる自動警報装置の研究を進めて来た。この研究は運輸省航海訓練所の協力のもとに1955年より進められている。

我々の研究の意図する所は

1. 従来のレーダをなんら改良することなく容易に附加装置として利用できる事。
2. 通常のレーダ運用に支障を来すことなく，レーダ映像に妨害を与えずに共用できる事。
3. 装置が簡単で費用が安く，広く普及される事。

である。

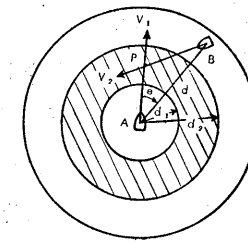
この装置の性能は附加されるレーダそのものの性能によることは勿論だが，気象上生ずるノイズや海面反射などの影響を最適に調節することにより6浬以上離れた小浮標（ブイ）でも確実に検出できることが確めらた。

現在，種々な型式の警報装置を開発している。そのうちの一部は既に海上保安庁を初め多数の船会社で現用に供されている。

以下これらの装置について概略を述べることにする。

§2. 輪状警報区域を実する装置

本装置は図1に示すごとく自船の周囲に輪状の警報区域を有し，この区域内に他船が入つて来るとレーダでこのエコーを検出し，1/2～1/4秒間，400c/sでアンテナが物標方向を向く度毎に警報を発生するものである。自船のすぐ周りには海面反射や船上障害物からの反射などで雑音が多いので不感帯となしている。この不感区域内に物標が入つたときは回避動作をするのに時間余裕がとれないことも留意されている。



第1図

警報区域巾を狭くすると誤警報を生ずる確率は減るがエコーの検出確率も減つてしまうので両者から遠当な区域巾があることが判る。

両船が見合つて直進する最悪の場合を考えると，他船が区域内にいる時間内でアンテナがスキャンニングする回数は

$$n=\frac{360W}{T(V_1+V_2)}$$

ここで，　W＝区域巾

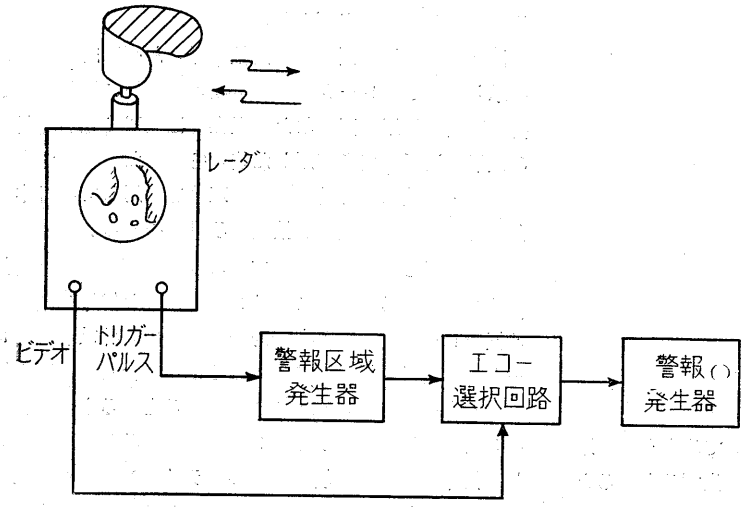
T＝アンテナスキャンニング周期

V_1，V_2＝各船の対地速度

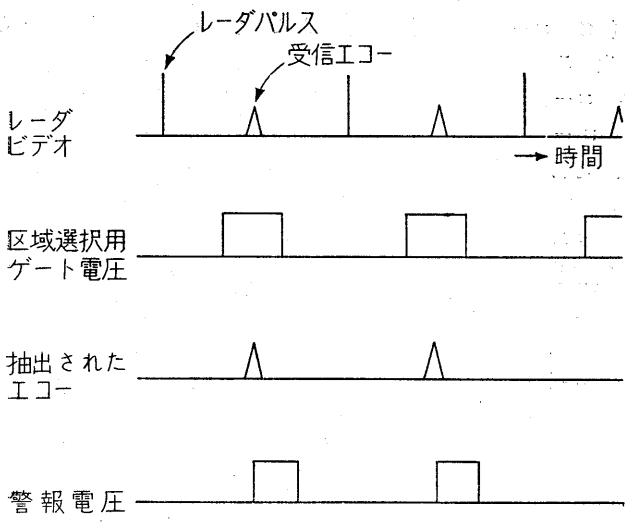
例えば，$T=4$秒，$W=1$浬，$V_1=V_2=10$ノットとすると$n=45$となる。

区域の半径は自船から2ないし12浬を可変にできる。これは両船の速度，周囲の状況から衝突回避動作のできる時間余裕により定められ通常の速度で5～10浬が適当である。

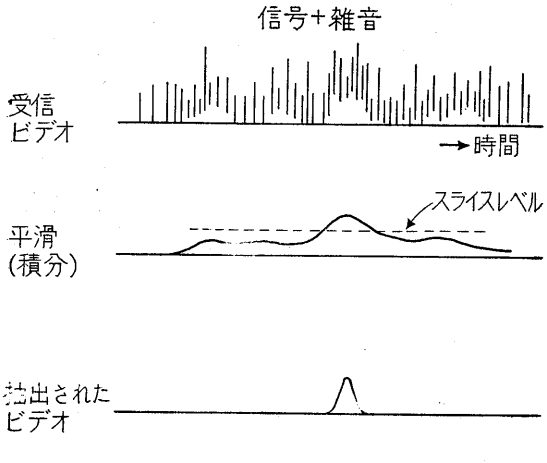
図2にレーダおよび警報装置のブロッダイアグラムを示す。図3にレーダビデオ信号から警報発生用信号を作り出す段階が示されている。物標により発せられる警報信号はアンテナの回転と同期して周期的に発生されるのに反して，雑音による誤警報は不規則な周期で発生されるので両者は容易に識別可能である。狭帯域沪波器を用いて，レーダ信号内に含まれる雑音成分を減少させる一



第2図



第3図

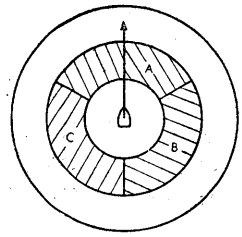


第4図

方法を図4に示す。海上実験の結果から，平常の気象条件の下での平滑回路時定数は70～200μsが適当であつた。

§3. 扇形警報区域を有する装置

この型式の装置は輪状警報区域の中でもより危険な区域を選んで警報発生区域とするもので図5にその一例を示す。

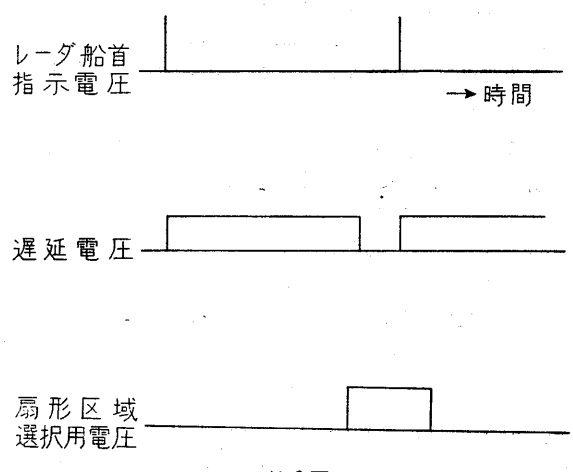


第5図

扇形警報区域は電気的に作り出すもので，その方法を図6に示してある。この形式では輪状区域が三つに分割される。通常は最も危険度の高いA区域のみが用いられる。船首線の右方又は左方のどちらかに物標が入るかによつて警報音が変るようになつているので音色を聞いただけで物標の近づいてくる方位が判明するようになつている。

§4. 簡単な衝突条件を探知できる装置

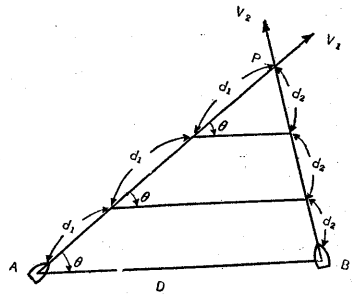
この型式の装置はレーダ映像面上で簡単な衝突条件を探知できるようになつている。又，この装置は前述した型



第6図

式と結び合せて使用することも可能である。

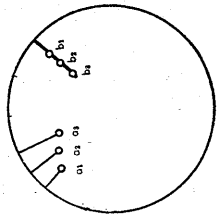
図7に示すごとく，A，B 2船が交叉する進路をとつ



第7図

て等速，直進する一番簡単な場合を考えてみよう。進路上の2船がP点において衝突する危険が生ずるとすると自船のコースから他船への相対方位は一定となる筈である。

図8に示すごとく陰極線管面上で各々の物標のエコーから方位輝線を発生すると，危険度の少いエコー（a）と危険なエコー（b）のごとく識別可能となる。



第8図

雑音は不規則性があるのでこれによる誤警報も方位輝線を生ずるがそれらは映像面上の不規則位置に生ずるので，管面の残光性に従つて次第に消えていくので物標による輝度と区別が容易に行える。

§5. 誤警報を減少させる二，三の方法

一般に信号検出の性能を高めようとすると必然的に雑音による誤警報を生ずる度合も増す。雑音による誤警報は危険な物標を見逃す場合より安全性からは好ましいが，航海士の余計な精神的不安を増大させるという観点からは出来るだけ減少させる必要がある。

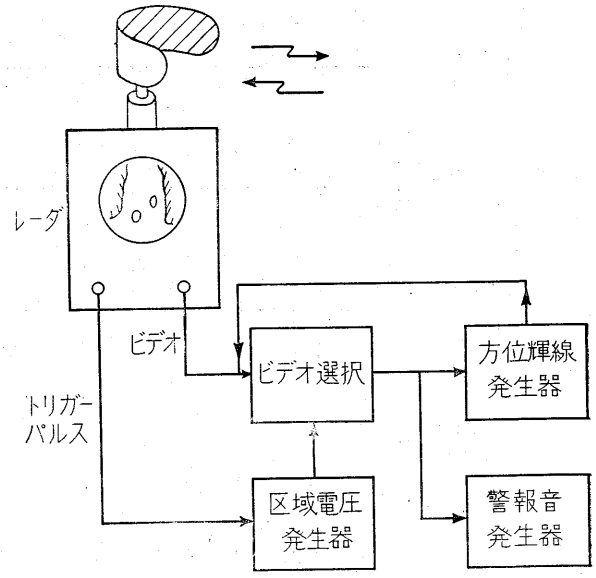
この目的のために二，三の方法を研究してきた。その第一は受信信号の自己相関をとることであり，第二は統計的確率検定理論の適用である。これらの二つの方法を組合せて利用することも可能である。

図10にはレーダビデオ信号の自己相関をとる方法が示されている。周期性をもつ信号成分と不規則をもつ雑音とを識別するために，レーダパルス周期又はその整数倍の時間に相当する遅延回路が必要となる。

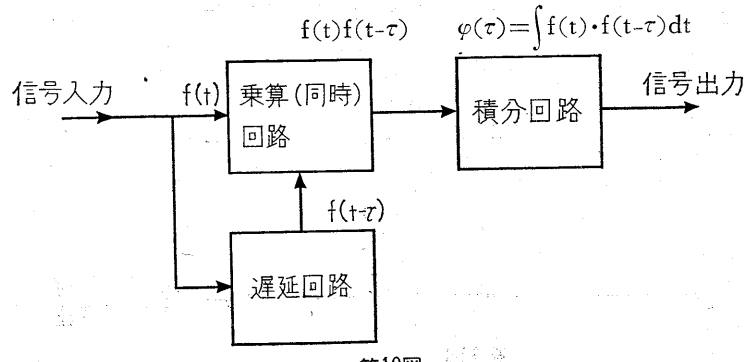
図11には自己相関を時間関数で考えた直感的な原理図を示してある。レーダパルス周期の如き長い遅延時間を持つ回路の使用が困難なため現在では図12の如き簡易型の電子管遅延回路を応用した装置を作つた。

第二の方法は統計的確率検定理論を利用して雑音中に含まれている信号成分を抽出する働きをする。

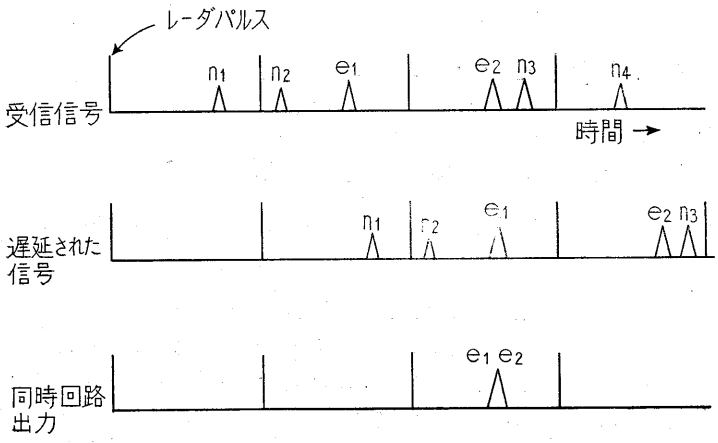
受信信号のある距離に対応する時間部分を一定周期毎にサンプルする。次にこのサンプルされた信号の中である振巾レベルを越えるものを一定時間の間計数する。レーダ受信信号の振巾確率およびその中に含まれ雑音の振巾確率を近似的に求めることができるとすると，雑音のみのときにはそのスライスレベルを越える出力の確率より（信号＋雑音）の場合にそのスライスレベルを越える確率が多くなるので，一定時間にスライスレベルを越えた出力を積分するとその積分された出力がある値を越えれば信号が含まれており，それ以下では雑音のみと判定



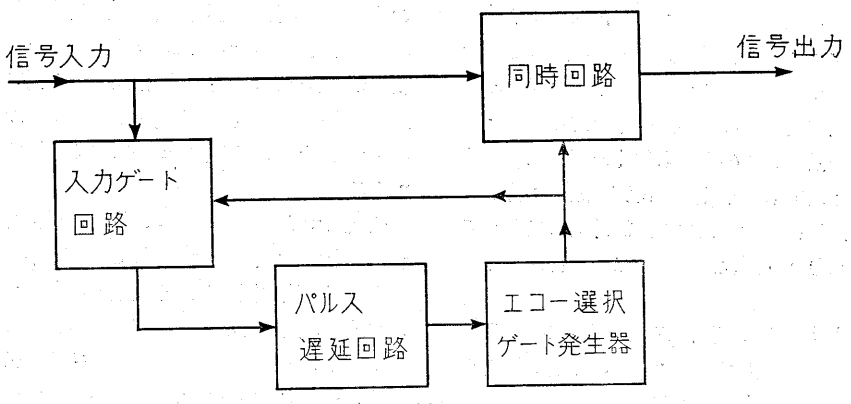
第9図



第10図



第11図



第12図

広く普及され得る前述のごとき簡単で価格の安い装置を意図し，これが航法安全上多数使用されるようにすべきだと考えている。現在，我々の研究は誤動作を少くし，出来るだけ確実に物標を検出できることに力を入れている。

このような装置が航海士の助けとして洋上や沿岸航路などに役立つことを我々は念願している次第である。

謝　辞

本研究に協力してくれた北川二朗，山本勝男，大友忠吾その他多数の運輸省航海訓練所の方々，本装置の実用化に骨折つて頂いた協立電波株式会社社長茂泉和吉郎氏はじめ同社の方々。

電気通信大学内にて研究に協力してくれた多数の方々。に心から謝意を表する次第です。

*1　本論文は昭和36年5月ドイツで開かれた国際航法会議に発表した論文の邦訳である。

*2　統計的確率検定理論は情報理論を利用して雑音中に埋つた微弱信号の検出に利用されつつある。S.O. Rice によりレーダの（信号＋雑音）入力が狭帯域沪波器を通過したエンベロープが　$P(R)=\frac{RdR}{\sqrt{\psi_0}}\exp\left\{-\frac{R^2P^2}{2\psi_0}\right\}I_0\left\{\frac{RP}{\psi_0}\right\}$ の振巾確率を持つ事が証明されている。

§6. 結　　言

以上説明したごとき種々の自動警報装置について開発を進めて来た。これらの一部は協立電波株式会社で実用化市販をなし既に多数の船に取付けられている。

我々は将来電子計算器およびオートパイロットと組合せたより広い範囲に亘る場合にも自動的に衝突条件を検出でき且自動的に回避動作の可能な装置にまで発展させたいと念願している。

然しながら現在の段階では，一般にができる。

マイクロ波ビーコン

海上保安庁灯台部　豊福滋善
沖電気工業株式会社芝浦事業所　川上義郎

1. はしがき

海上を航行する船舶に対して，特定地点の識別をさせる標識や，特定航路を表示する方法として，古くからよく知られているのは燈台，浮標，中波ビーコン等であり，また近年，レーダの普及に伴い，コーナリフレクタの有用性も，広く認められつつある。ここに述べるマイクロ波ビーコンも，マイクロ波の鋭い指向性を利用した航行援助装置であり，イギリス，フランス，オランダ等の海上利用の多い諸国に於て，ここ2，3年，研究，開発が進められ，実用段階に入るのも間もなくの事と思われる。

一方，我が国に於ても，早くから研究，開発に着手し，実用化試験にも，ほぼ成功したので，諸外国に先んじて既に実用化に踏切り逐次，改良を重ねながら普及を計つている。

偶々，筆者等も本装置の開発，実験，運用に関する一端に従事したので，本誌上を借りて，その概要を説明し，併せて諸外国の状況を紹介してみたい。

2. ビーコン装置の概要

ビーコン装置が開発されたのは，第二次大戦の初期と思われる。戦時中にあつて，アメリカ，イギリス，フランスの連合軍やドイツ，日本に於て軍事目的の為，極秘裡に研究され，始めに出現したのが，アメリカ，イギリス両国による I.F.F. (Identification of Friend or Foe) と，G.C.I. (Ground Control of Interception) である。

I.F.F. は，敵，味方不明の航空機に対し，地上のレーダ装置から信号電波を発射すると，味方機は，これに応答可能な受信及び送信装置が予め搭載してあるので，地上レーダ面上に航空機の反射信号に続く特定標識信号を与え，敵，味方の識別を行つて地上砲火を敵機に集中するもので，多大の戦果を収めた。

また G.C.I. は，夜間に於ける空戦中の敵，味方機を地上レーダにより識別し，特定の味方機を誘導して敵機を攻撃させるものである。この場合，識別する為の質問電波の発射装置をインタロゲータ (Interrogator)，質問電波を受信して応答電波を発射する装置をトランスポンダ (Transponder) またはレスポンダ (Responder)，或いはレイコン (Racon) 等と称している。

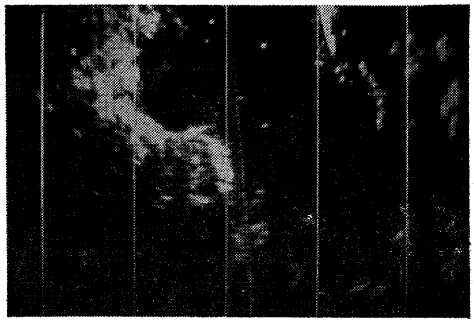
I.F.F., G.C.I. の他にも，機上にインタロゲータ，地上にトランスポンダを用いて戦略地点を知り，落下傘部隊の降下に役立つたレベッカ・ユーレカ (Rebecca-eureka system) もある。

なお，戦時中，レーダ装置の高分解能化に伴い，10cm 波，3cm 波のマイクロ波によるレーダが出現して，物標の方位距離探知精度も向上し，上述の各装置もマイクロ波が使用されるに至つた。マイクロ波レーダとビーコン装置の組合せは，高精度の標識地点を測り得ることから，爆撃地点への爆撃機誘導に使用された。オーボ (Oboe System) と H (H System) は，これ等の代表的なものである。

戦後，マイクロ波ビーコン装置の平和的利用が考えられ，海上航法の援助施設として，1946年3月に開かれた海上電子航法に関する国際会議の席上，マイクロ波ビーコン装置の国際的な周波数割当についての質疑が取交されて，「レーダ帯域と，それに隣接する帯域に含める」と「レーダ帯域内に含める」という二つの観点が示されている。しかしその後，レーダ・ビーコンに対しては，例えば 10cm 帯には 3246～3266Mc/s，3cm帯には9300～9320Mc/s の隣接周波数帯が割当てられているが，実用化された装置は存在しない様である。

アメリカにおいては，1950 年の前後にかけて，9310 Mc/s の周波数を使用したレイマーク (Ramark) と称する特定地点標識用のビーコン装置が実験され，実用化されんとした。この装置は，上記周波数をパルス変調して連続的に発射する送信機をレーダによつて確認し難い地点に配置し，この電波を船舶に装置した高指向性の空中線により受信して，レーダに附加装置として取付けた受信機を通して映像検波後，レーダに加え PPI 指示機に，第1図に示す様な中心より半径方向に伸びる方位輝線を現わして地点標識とした。しかしこの方式は，レーダに付加受信装置を必要とする為に普及する事が出来なかつた。アメリカ製の旧式の大型レーダにレイマーク信号スイッチが設けてあるのは，その残骸である。

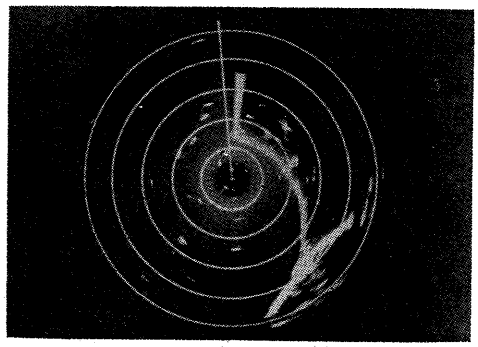
オランダ，日本においても，これより少し遅れて，それぞれ独自の立場から同様の着想を持ち，研究に着手した。日本では1954年（オランダは，これより1，2年早い様である）より着手したが，レーダ装置に何等の付加



第1図　レイマークの映像

装置なしに標識信号を与える方式のビーコン装置を考え，すでに実用化試験を経て，目下，観音崎燈台，野島崎燈台に設置され，今年度は犬吠崎燈台にも設置される事になつている。

イギリスでは，アメリカとほぼ時を同じくしてレイマークに着手した。しかし，レーダの PPI 映像面の中心より半径方向に伸びる方位輝線が，自船の近くを航行する他船のレーダ像に重なつて妨害を生ずるという見地から，先に述べた I.F.F. 方式にならい，レーダからの送信パルスによつて応答し標識電波を発射するレイコンを開発し，実用化試験を続けている。第2図に，その受信



第2図　レイコンの映像

標識信号を示す。

フランスでも，1959年9月より同様な方式による装置を開発し実験を続けている。

以上は，レーダを利用するビーコン装置であるが，1955年頃よりアメリカ，イギリス，日本において，レーダを装備していない小型船舶に安価（3万円程度）で，取扱いの簡単な受信機を利用させて，特定航路，特定地点を知らせて航海の安全を計るマイクロ波ビーコンが開発され，実用化の域に近づきつつある。

すなわち，日本ではロータリービーコン(Rotary beacon) と称し，船舶の所持した受信機に，鋭い指向性を持つ電波により2度毎の方位角度を与え，この音を数える事によりビーコン局に対する方位を知り得る装置で，目下，綾里崎に一局設置され，今年度は閉伊崎に設置される事になつている。

アメリカではトーキング・ビーコン (Talking beacon) と称しロータリー・ビーコンと同様であるが，送信波は3度毎に方位信号を音声によりパルス巾変調したもので，受信機でビーコン局に対する方位が直接聞ける様な装置が実用化試験中である。

さらに，アメリカ，イギリス，カナダ，日本ではコースビーコン (Course beacon) と称し，A符号（・—）とN符号(—・)とを交互に中心で重なつた方向に発射し，船側の受信機では，重なつた中心部分で連続音を聴取して安全航路を知る事が出来る装置が，イギリスでは既に実用化試験を経て商品化され，アメリカでは目下，実用化試験中である。日本においても，実用化試験を終り目下，伏木港，新湊港にて実用に入り，更に今年度は，稚内及び大船渡に設置の準備を進めている。

次章以降に，これ等のマイクロ波ビーコンについて解説を加えるが，本稿では便宜上これをレーダで利用するものと，簡単な受信機で利用するものとの2種類に大別してある。

なお，我が国で現在運用を行なつている局および近く開局が予定されている局は次表のとおりで，この中綾里崎の局だけが実験局であり，他は何れも実用化試験局である。

局種	所在地	開局年月
レイマーク	神奈川県 横須賀市 鴨居町（観音崎）	昭36.2.1
〃	千葉県 安房郡 白浜町（野島崎）	昭37. ◎
〃	千葉県 銚子市 犬吠崎	昭37. ◎
ロータリービーコン	岩手県 気仙郡 三陸村 綾里崎	昭36.5.1
〃	〃 宮古市 字重茂（閉伊崎）	昭37. ◎
コースビーコン	富山県 笠岡市 伏木（伏木港）	昭36.7.22
〃	〃 新湊市（新湊港）	昭36.7.22
〃	北海道 稚内市 緑町	昭37. ◎
〃	岩手県 大船渡市 大船渡町	昭37. ◎

◎印は予定

3. レーダーで利用するビーコン

レーダを用いて航行する船舶が，レーダの PPI 面上に現われた地形図のみでは，特定地点の確認に困難を感ずる事がしばしばある。この様な場合に PPI 面上にレーダ波による地形図と共に特定地点の標識信号を与えて地点確認の便宜を供する装置に2章に述べた様にレイマークとレイコンの二種類がある。これらの装置の送信電波の周波数は，当初レーダ波長帯に隣接した専用周波数帯が用いられたが，これを受信するレーダは特別にビーコン専用の受信機を付加せねばならず，経済上の問題から広く使用されるに至らなかつた。しかし近年，レーダの普及に伴つて，レーダ地形図を見誤り数億円もする高価な船舶の座礁事故も生ずるに至り，レーダ周波数帯域を使用して，レーダ側に何等の装置も必要とせず経済的負担をかける事なく利用出来る装置が開発されたのである。

3. 1 レイマーク

装置に要求される性能

(1) 送信周波数の掻動

現在，航海用レーダに使用される周波数帯は 3cm 帯が殆んどであつて，周波数範囲も割当周波数は 9,320 Mc/s～9,500Mc/s であるが，送信管であるマグネトロンの発振周波数は 9,375Mc/s±30Mc/s の帯域内のものが殆んど総てといつて良い位である。従つて，この帯域内にある総てのレーダにビーコン信号波を受信させる為には，ビーコンの送信波は 9,375Mc/s±30Mc/s 以上の帯域を掻動する必要がある。

(2) 掻動周波数の決定

レーダの空中線は通常1分間に10～20回の回転数にて回転し，方位の分解探知能力を向上させる為に，その水平指向性も1～2度である。レーダ・パルスの送信は毎秒500～2,000回程度発射され，目標より反射して来たパルスは距離分解能を損する事が無い様な 5～10Mc/s のパルス増巾器を経て PPI 面上の中心より半径方向に電波距離に比例し発射時間に同期した掃引を行い映像を描いている。

レーダの空中線がレイマーク局の方向にある時は必ず，第1図の様にレーダの PPI 面上に中心より半径方向に一杯に伸びる標識線が得られることが観測上望ましい。レーダの空中線の指向角がレイマークの方向に在る時間内に1回の掻動が行われなければ，レーダの回転毎に標識線を受信する事が出来なくなる。すなわち掻動の速度は，レーダの空中線の水平指向性と回転数とによつて決定される特定値より速い必要がある。また，余りに掻動の速度が速や過ぎるとレーダの受信可能帯域を通過する時間が短かくなり，標識線は半径方向に一杯に伸びる線でなくなり，PPI 面上の短い線となるか，もしくは掃引時間中に幾度も掻動が行われて破線となつて現われ誤認の可能性が生じて来る。従つて掻動周波数には上に述べた上限，下限を規定する重要な要求が存在する。この制限領域内にあつても，掻動周波数が増加するにつれてレーダで受信する信号エネルギーは減少し PPI 面上の標識線輝度は弱くなるので，制限内で低い周波数を選ぶ事が必要である。

上述の諸条件を考慮に入れて各種レーダに対する理論計算と基礎実験の結果，掻動周波数は，50～150c/s の範囲内が良いという結論が得られている。

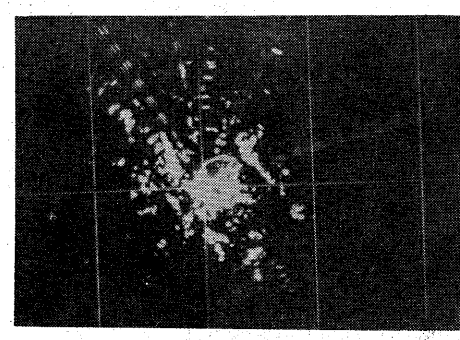
(3) 送信波のパルス変調

レーダの映像増巾器はパルス増巾を目的としている為，増巾帯域はレーダの送信パルス巾に応じて5～10Mc/sの帯域を有しているが，低域は送信パルスの繰返し周波数以上の場合が多い。従つて，上述の低い掻動周波数では充分な増巾が行われず，レイマークの有効距離が減少する。これを防ぐ為に送信波は掻動と共にレーダの繰返し周波数より高い周波数で振巾変調かまたはパルス変調を行う必要がある。

(4) 空中線の指向性とレーダ像に及ぼす妨害

レイマークが地点確認標識として有効である為には，設置場所により空中線の指向性を考えなければならない。

設置場所が大洋に面する航行海域にわたる場合は，広い水平指向性を有し，狭水道にある場合は，周囲の高い反射物標をさけて狭い指向性にしなければならない。送信波が高い物標によつて二次反射されると，あたかもその方向にビーコン局があるかの様に誤認されるおそれがある。第3図は二次反射による例で，ビーコン局の近くで二次反射を受信した例である。



第3図 附近の船舶，建造物による二次反射の映像

垂直指向性は余り広いと，空中線利得を減少させ，近距離を通過する船舶のレーダにサイドローブによるマスキング効果を増加するので，必要以上に広くしない方が良い。勿論マスキング効果に対しては，設置場所が高地であるなら空中線の垂直指向性を狭くして効果があるが，

なお除去出来ない場合は航行海域から離れた他の目標地点を選ぶとかして絶対に防止すべきである。

レーダの PPI 面上に絶えず標識線が現われていると，標識線に重なる小物標の探知に影響を及ぼし，不測の事故を生じないとも限らない。これを防ぐ為にレイマークの送信は，ある時間々隔をおいて断続的に送信する事が望ましい。

(5) 到達距離と送信電力

レーダの送信電力は，探知物標の有効反射面積と電波の往復路による減衰を考慮に入れて大きく取つているが，ビーコン装置では往路における減衰のみで，かなりの小電力によつて充分な到達距離が得られる。

各種の航海用レーダに就いて実験と計算の結果，レイマークを100m の高地に設置して30浬の直視距離が得られた場合の必要な送信電力は，60mW程度である。これに霧，雨等の減衰を考慮に入れても200mW 程度の送信電力があれば充分であると思われる。到達距離を更に拡大するには，送信出力の増大を計り回折波，散乱波を利用する方法も考えられるが，到達距離の拡大が僅かであるのに反し，送信電力の増大により直視距離内においてマスキング効果を生ずる事となるので設置場所を高くする方が得策である。しかし日本の現状では，適当な高所も無く，通常のビーコンの到達距離は30浬内外であろう。

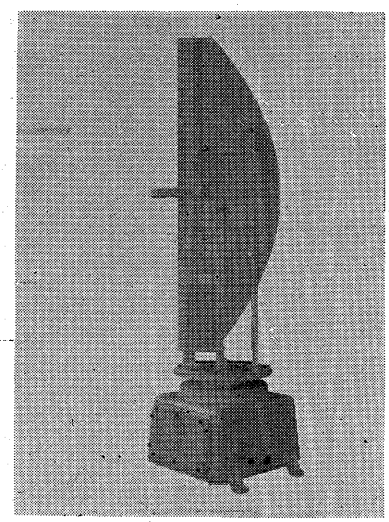
(6) 直接波と海面反射波との干渉

送信波長が短くなると，遠距離にて微弱な直接波を受信する場合，海面反射波と干渉して受信不能に陥る事は良く経験する事である。この様な干渉地点はレイマークの設置高度と受信レーダ空中線の水面よりの高さの函数として求められるが，実験によつても確認されている。近距離では直接波の電界強度が大きく海面反射波が弱いので，両者が完全に相殺することがなく輝度が弱まる程度であるが，遠距離では全く消失してしまう。しかし反射海面の波浪の状態により干渉地点は変化するので一概に規定する事は困難である。この事はレイマークの利用に当つて心得ておかねばならないことである。

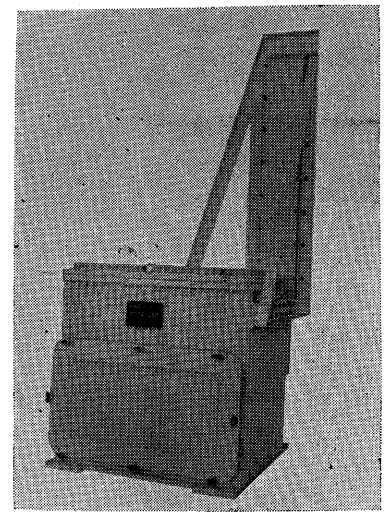
干渉を除去するには，レイマーク電波を高度の異なる2個所から発射すれば良いが，送信施設費の上昇に比して運用に益する点が少いいので実施していない。第4図にオランダでレイマークの受信状態に就ての実験を行つた際に海面反射波の調査を行う為に用いた2個のスロットアンテナの写真を示す。

装置の概要

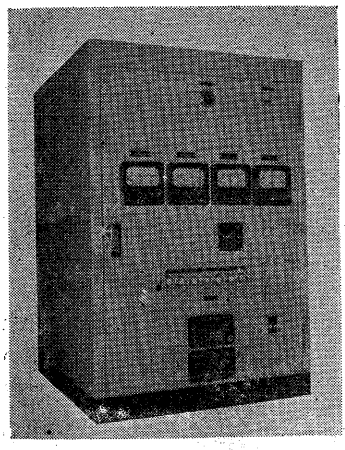
第4図 オランダのダイバーシチ送信空中線



第5図 ピルボックス型空中線



第6図 レイマークの送信機



第7図　レイマークの電源部

第5図に野島崎燈台に設置したレイマークの空中線を示す。第6図，第7図は夫々送信機，電源部である。

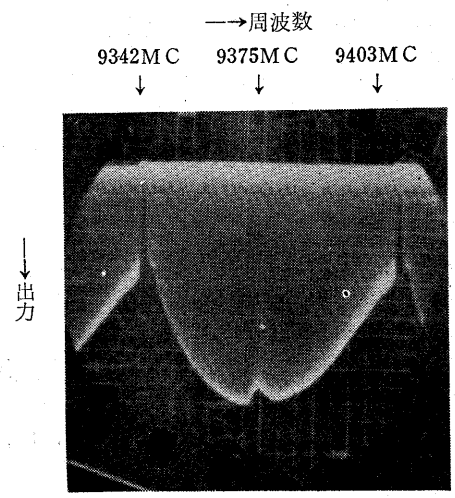
空中線はピルボックス型空中線を用いて，水平指向性60度，垂直指向性2度であつて1分間に2回転する回転型となつている。従つて毎秒10～20回の回転数の空中線を持つレーダは，30秒毎に必ず1回，標識線を PPI 面上に観測出来る事となり，前述のレーダ像への妨害もなく，有効に利用する事が出来る。

送信機は，送信管にアメリカのヴァリアン社製のV—58反射型クライストロンを使用し，50c/s または 100c/s の揺動周波数の鋸歯状電圧をリペラ電極に加え，9,375 Mc/s±30Mc/s の範囲で 200mW 以上，最大 630mW の送信パターンを得ている。また，送信パターンはクライストロンのキャビティ電極にパルス電圧を加えて発振させ，2マイクロ秒の間隔にパルス変調を行つた断続送信波として空中線に送る。

電源部は，送信機を動作させるに必要な直流安定化電源を，交流 200V 入力より作つて送信機に送つている。また送信出力と送信周波数の異状を監視する指示計があり，異状を示した場合は，外部に取付けた警報器を動作させる様になつている。出力と周波数の監視は，送信パターンが第8図の様な形状である事を利用して方向性結合器，共振空洞を通して検波し，もし送信周波数に変動があれば共振空洞で得られる出力が変化し，出力変動と同様に指示計に示される訳である。第9図にレイマークの構成図を示す。

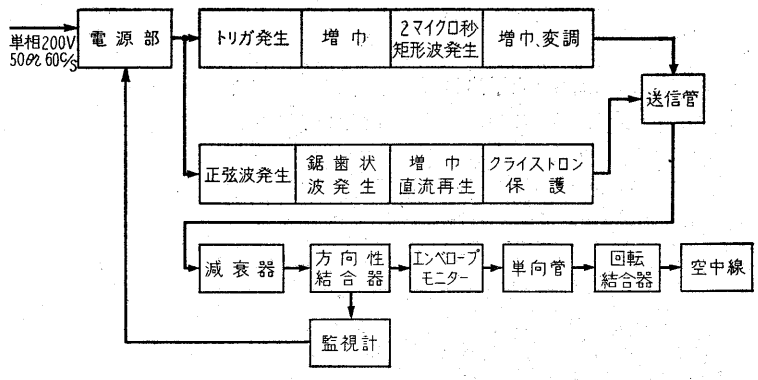
実用化試験と運用状況

上述の装置が運用に入る前に，各種の基礎実験と実用化試験が行われたが，ここには去る昭和33年1月15日より同年9月30日まで，剣崎燈台に設置して通過船舶にアンケートを求めた主要な実験結果につき記述する。

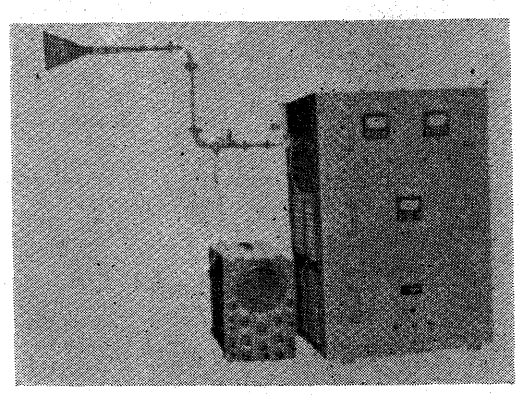


第8図　送信出力パターン

実験機は第10図の様な外観であり，上述の装置に対して空中線は固定型の電磁ホーンを使用し，水平指向性85度，垂直指向性19度で揺動周波数が 150c/s である点を



第9図　構　　成　　図



第10図　試験装置の外観

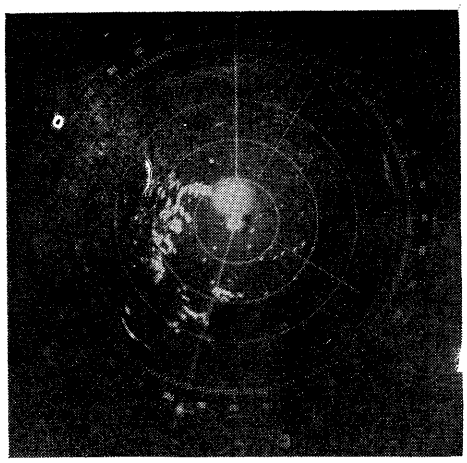
除いては主要性能に相違はない。

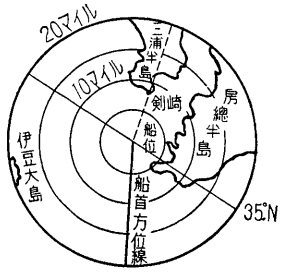
レーダの受信報告書は，日本商船38隻，外国商船７隻，米国軍用船２隻，巡視船４隻，警備艇１隻の計52隻から54通に達した。これらの使用レーダの種類は23種でその主要なものを第１表に示す。

第１表

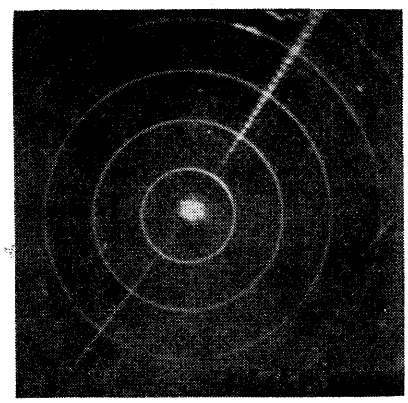
製造者	型式名
日本無線	JMA-101
東京計器	MR-30
沖電気	1500
協立電波	MM-3 MS-2 ML-1 MS-5 MS-6
レイセオン	1302V
ウエスティングハウス	MU-1
マルコニー	MARK 4
デッカ	45.12.159B
RCA	103　104
スペリー	不明
ケルビンヒューズ	不明

第11図は燈台補給船「わかくさ」のNMD-411型レーダにて，レーダ・レンジ20浬，ビーコン局との距離９浬の場合で，第12図は東海汽船「たちばな丸」のデッカ45型レーダにて，レーダ・レンジ10浬，ビーコン局との距





第11図　「わかくさ」で受信した映像



第12図　「たちばな丸」で受信した映像

離10浬で受信した状況を示す。標識線は受信レーダの水平指向性角度内に現われ，その条数は，レーダの受信に有効な指向角度をレーダ空中線が回転する時間とレイマークの揺動周期との比を取る事により求められるが，アンケートの結果を第２表に示す。

第２表

条数	観測回数	条数	観測回数
1	70	3	7
1～2	11	3～4	3
2	41	4	4
2～3	3	5	1

受信距離は最大到達距離を示すものではないが，この値を第３表に示す。本実験における電波直視距離は，レーダの空中線の海面よりの高さを25～50呎とすれば，20～23浬となる。

第３表

距離(浬)	観測回数	距離(浬)	観測回数
1～ 3	8	10～15	21
3～ 5	14	15～20	10
5～10	27	20以上	2

レイマークの有用性に関する質問に対しては第４表に示す。

第４表

項目	回答数
(1) レーダー像での地形の判別に非常に役立つと思う	23
(2) あれば便利と思う	31
(3) レーダー像で地形の判別が出来るから不要と思う	2
(4) レーダー像の妨害となると思う	0
(5) 記入なし	7

設置地点に対する意見は第5表に示す。

第5表

項　　目	回答数
外洋に対する初認電波標識として利用出来る地点	36
港湾等出入のための電波標識として利用出来る地点	17
記入なし	4

将来，実用する場合の具体的希望地点については第6表に示す。

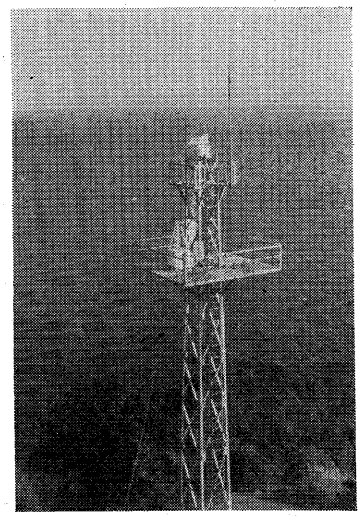
第6表

地　点　名	回答数	地　点　名	回答数
大島（北海道）	1	御前崎	7
津軽海峡	2	御前崎～神島の間	3
尻矢崎	5	天竜川河口	1
大間崎	1	神島	1
鮭崎	1	大王崎	2
金華山	5	潮岬	11
宮城県の海岸	1	紀州東岸	1
金華山～犬吠崎の間	3	大阪湾	1
塩屋崎	3	大阪港入口灯台	1
犬吠崎	7	来島海峡	1
銚子	1	室戸崎	1
勝浦	3	関門港	1
野島崎	7	部崎	1
浦賀水道	1	六連島	1
第三海堡	1	女島	1
横浜港外防灯台	1	白瀬灯台	1
東京灯船	3	対島南北両端	1
東京湾	1	臥蛇島	1
神子元島	1	劔崎	1
石室崎	1		

これらの実用化試験に対する利用者の報告に基いて有用性を認め，昭和36年2月より第13図に示す装置が観音崎に設置されている。本装置の空中線は鉄塔頂部にあり水平垂直両指向性共20度，毎秒1回転するホーンである。送信機は中段に予備機共2台設けられている。東京湾に出入港する 3cm 波レーダを装備した船舶は観音崎燈台の方向に1分間に1回，上に述べた標識線を見ることが出来よう。

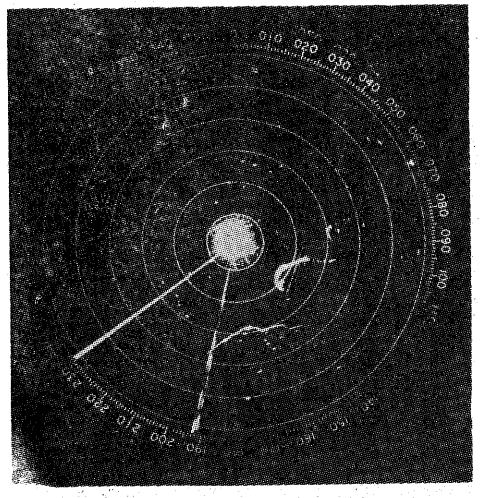
前述の野島崎に設置した装置は未だ運用されてない。（昭37.1.）

以上述べた実用化試験は，オランダにおいても1960年3月4日より半年間，ウエストカベル燈台に殆んど日本と同様なレイマークを設置して実施している。特に日本と異なる点は，第4図に示した様にスロットアンテナに



第13図　観音崎のレイマーク

より海面反射の実験を行つた事と，詳細は不明であるが，クライストロンの陽極に 10Kc/s の周波数による変調を加えて，受信レーダの FTC スイッチにより標識線が邪魔になる時は消去出来る実験を行つている事である。第14図は，デッカの 909 型レーダによるオランダのレイマ



第14図　オランダのレイマーク映像

ークの受信映像である。オランダでは諸外国の船舶に呼びかけて，レイマークの有用性につきアンケートをとつた結果，第7表の様になつた。

第7表

項　　目	有効	不要	不明
初認標識として利用	329	19	147
航行標識として利用	288	50	157

日本における第5表の結果と比較して，初認標識とし

て利用する点に有効とする回答の多い事は同様である。オランダにおいても，この結果から，実験段階を終り，近く実用段階に供する事が考えられている。

3. 2 トランスポンダ（レイコン）

レイコンは，レーダの発射したパルスを受信し，直ちにレーダにて受信可能な標識符号化された電波を発射する装置である。従つて，レーダの PPI 面上に観測される標識はレイマークと異なり，もはや線ではなくレイコン局の設置場所の映像に続いて，半径方向に標識が示される事となる。レイコンの発射する標識電波については上述のレイマークで述べた事と同様の事柄を考慮する必要があるが，更にレーダ・パルスの受信の問題と標識となる符号化電波の問題が考えられなければならない。

レーダ電波は，その割当周波帯に点在しているので，レイコン受信機は広帯域受信を行う必要がある。クリスタルにより直接検波して映像増巾を行うのみでは充分な到達距離を得る事が出来ず，普通の航海用レーダでは10浬程度である。レーダ電波を利用せずに別にインタロゲータを設けるならば技術的問題は解決するが，先にも述べた通りレーダの送信機程度の規模が必要となり，経済的に普及が困難である。

到達距離を増大させる為に，中間周波増巾を行う事が当然考えられるが，利得と帯域の相反する条件のもとに分布増巾回路を使用しても，信号対雑音比の劣化はさけられず20～30浬の到達距離が得られるに過ぎない。レイマークでは直視距離の増大により到達距離の拡大が考えられたが，レーダ側に付加装置を設けない為にレーダ自身をインタロゲータとする場合，レイコンの受信機により到達距離の制約を受ける事となる。しかし最近の相関検波方式を用いるならば，この問題に解決を与える事が出来るかも知れない。

次に標識符号化の問題であるが，レーダ電波を受信したならば直ちに応答電波を発射して，この間に甚しい遅れがあつたり，また遅れの量の変化が大きくてもいけない。レイコン局の PPI 映像よりも遠く離れて，しかも円周方向に不規則な標識では地点確認の標識とはいえない。また標識符号が唯一つのみでは他の物標の映像と見誤まる恐れが充分にある。この為に PPI 面上の半径方向に数箇ないし拾数箇の符号をあらわし，標識符号である事を知らせる必要がある。レーダよりのパルスを受信して，この符号群を作る装置をコーダと称している。符号群の長さは，レーダがレイコン局の利用出来る距離範囲により決定され，通常1～3浬程度である。この長さが余り短か過ぎるとレーダの距離範囲の大きな処では点の様になり，標識符号として観測し難くなる。また符号化は，近接してレイコン局を設置せねばならない場合に，符号数や符号間隔を変える事によつて局の識別が可能となり便利なこともある。

ここでレイマークと対比してレイコンの利用上の利点を述べると次の様になる。

(1)レイマークの電波は，レーダの距離範囲外にあつても，標識線は PPI 面上に現われて方位を示すので初認標識として最も有効である。

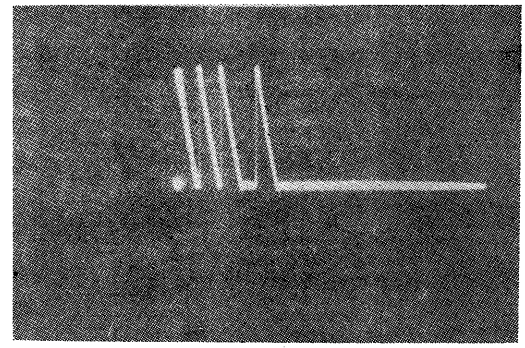
(2)レイコンは，レイマークに比して到達距離は落ちるが，レーダ距離範囲内にある特定地点を確認出来るので，出入港及び狭水道通過の際の安全航路を知る為の目標として警戒標識として有効である。

現在，レイコン装置を実用化している国は未だないが，イギリスでは3回にわたつて実験を重ね，実用化出来る見透しを得ており，近年，フランスも実験に着手したので，これ等両国の装置について説明する。

フランスの装置

航海用レーダとして殆んど使用されている 3cm 波帯レーダに対するレイコン装置を製作するのが目的であるが，初段階の実験において，レーダへの妨害を考慮して，10cm 波帯の装置を試作している。

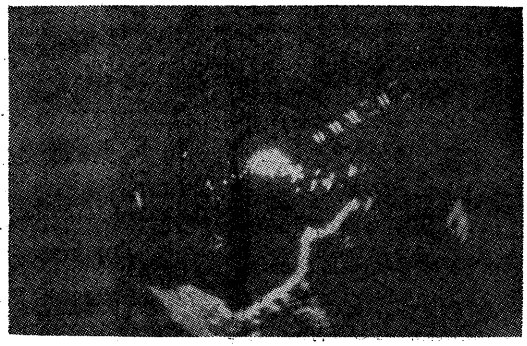
装置の概要は，まず受信空中線により受信したレーダ・パルスは直接クリスタル検波され，続いて広帯域の映像増巾器を通してコーダーに与えられる。コーダーは遅延方式によりそれぞれ遅延量の異なる回路を通して，最後に混合し符号化パルスをを得る。符号化パルスは，鋸歯状波発生回路に加え，第15図の様な鋸歯状波群を得て，



第15図 鋸歯状波のパルス群

これを送信管であるカーシノトロン（フランスで開発した後進波管の商品名）に加え，鋸歯状波の一個一個につき，送信周波数をレーダ波長帯域内で揺動せしめている。この他，装置には，自己のパルスで応答しない様に，また標識符号群に相当する時間は他のレーダパルスに応答しない様に，符号群に相当した時間の保護回路が，フリップ・フロップ回路により構成されている。

第16図に，1959年9月サンナゼールにおいて行われた実験の8浬レンジのレーダ像を示す。標識符号が2個ずつ現われているのは，レーダの局部発振周波数に対して，



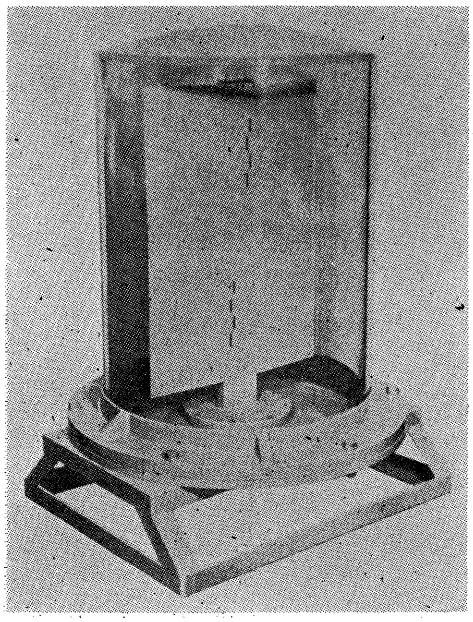
第16図 フランスのレイコンの映像

上下に中間周波数が得られるからである。この実験は始めての試みであり，どの様な映像が得られるかという点に着目しており，具体化する為に必要なその他の要素については実施しておらない。

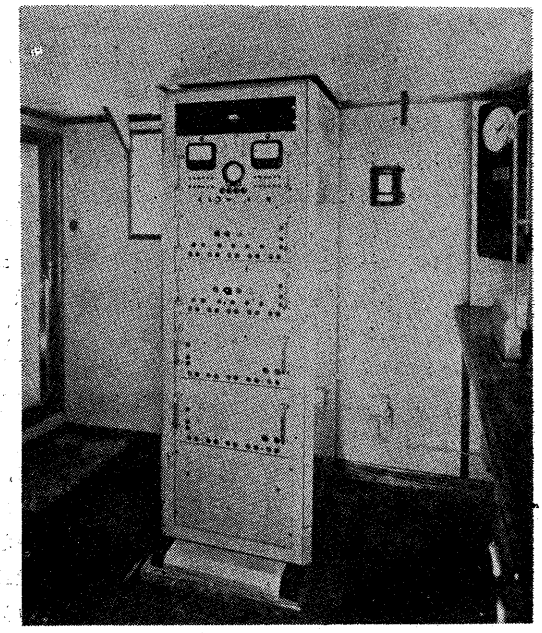
イギリスの装置

第17図に空中線，第18図に電源及び送受信装置の外観を示す。本装置は実用化試験を経て各種の改良を行ったケルビン・ヒューズ製のもので，燈船に装備して全方向の船舶に対する標識として利用する。空中線は，レーダパルスの受信及び応答パルスの発射を共用したスロットウエーブガイド型であり水平指向性360度垂直指向性27度，利得は8dbである。受信レーダパルスは，局発とミクサにより中間周波に変換され，6db降下の帯域75Mc/s，利得 50db の中間周波増巾，映像検波に続き，帯域 2.5 Mc/s，利得66dbの映像増巾を行う。

ここで得られたパルスは，45マイクロ秒の矩形波を発



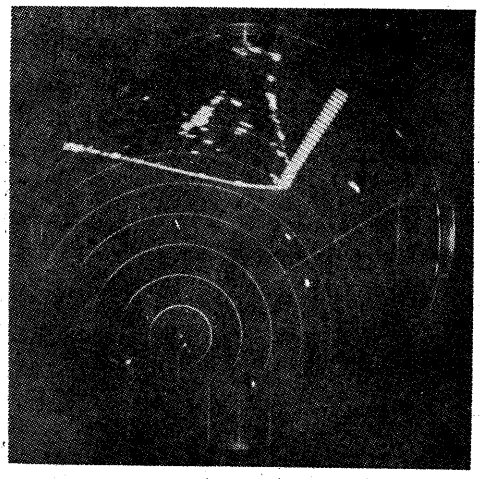
第17図 イギリスのレイコンの空中線



第18図 イギリスのレイコンの電源及び送受信機

生せしめ，次いで副変調器により45マイクロ秒の矩形波に500Kc/sの変調を加えた符号群が，主変調器を経て送信管に加えられる。送信管は，VX8236C と称するプランジャー同調，出力10Wのマグネトロンを使用して常時，電動機とカムの組合せによりプランジャーを9,330Mc/s～9,480Mc/sに相当する同調範囲を，75秒の周期（毎秒2Mc/sの周波数変化）で移動せしめている。従つて45秒の符号群が加わる時，移動位置の周波数に相当する送信が行われる事になる。レーダ側からみれば，本装置の有効海域にあつてレーダを連続操作しておれば，75秒中に1度の割合で受信の機会が生じ，レーダの受信帯域を10 Mc/s とすれば最大5秒間の受信の可能性が生じ，空中線の1回転時間を2.5秒とすれば，空中線の2回転にわたり指向性に従つた角度でレイコン局標識符号が得られる事になる。航行の輻そうする海域ではレイコンが絶えず応答する様な場合，他船のレーダにも標識が受信される。この場合，レイコン局の方位は示されても位置は不確定となるのでかえつて邪魔になり，また2.5浬程度に近接すると，空中線のサイドローブにより PPI 面の10度の扇形にわたりマスキングを生じたり，自船の二次反射が現われ，有効なレーダ像を妨害するので，これを防ぐ意味からレイコン局の動作は5分間隔で行つている。

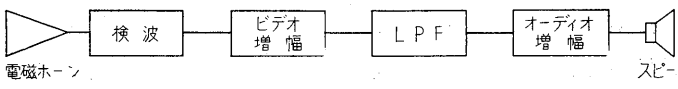
第19図は，本装置をダンジネス燈台の近くに設置して，ケルビン・ヒューズ 14/16 P 型レーダで観測した標識符号ででである。船の位置から約6浬の地点が目標である事が確認出来るであろう。



第19図　レイコンの標識映像

4. 簡単な受信器で利用するビーコン

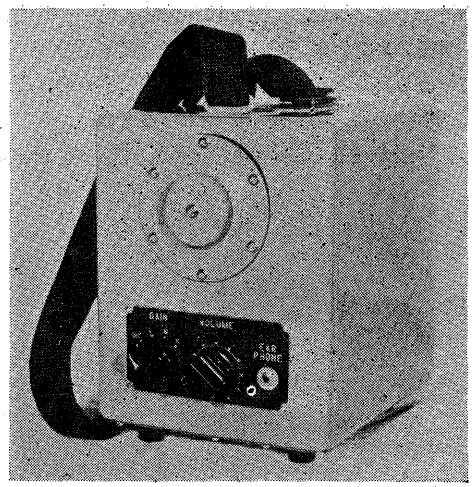
パルス変調されたマイクロ波を，鉱石検波器によつて直接検波し適当に増巾すれば，パルス繰返し周波数を可聴音として聞く事が出来る。この為の受信機は，指向性が20～30度のホーンと鉱石検波器のマウント，それに総合利得 70db 程度の映像増巾器，音声増巾器を組合わせれば良いから，トランジスタを使用して20cm×20cm×30cm 程度の大きさで重量も2kg以下の小形軽量のものを得る事が出来る。この受信機の操作箇所は電源スイッチと利得調整のみで，使用は極めて簡単であり，価格も3万円以下になると考えられるので，この受信機によつて利用出来るビーコンがあれば，小形漁船その他中波受信機を設備していない船舶でも安易に利用する事が出来，広く活用されるものと期待される。現在この目的に使用される周波数は 9,310Mc/s で，将来はこの種のビーコン局が各地に設置され，またより良い方式の開発が行なわれるものと思われるが，ここでは現在実用に供されつつあるものについて，その大要を述べる。なお，第20図は受信機の系統図の一例で，第21図にその外観を示す。



第20図　受信機の系統図

主要性能は次の通りである。

使用周波数範囲: 9200Mc/s～9400Mc/s
指向性: 水平垂直とも約15度
受信感度: −70dbm以下
ビデオ増巾器帯域幅: 200Kc/s 以上
オーディオ増巾器帯域: 250c/s～5000c/s



第21図　受信機の外観

4. 1 ロータリービーコン

計数方式ロータリービーコン

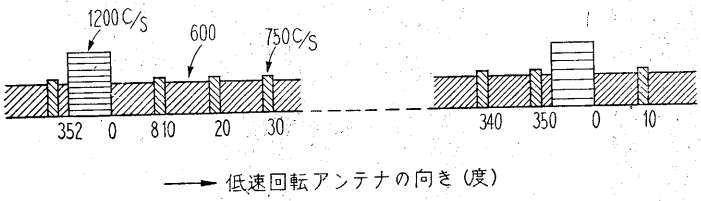
(1) 方式の概要

中波または中短波のロータリービーコンの場合と同様，短点の数を数える事により，自己の位置のビーコン局からの方位を知る方式のビーコンである。

周知の如く，マイクロ波では非常に巾の狭いビームを容易に作る事が出来る。従つて，この狭いビーム巾を中波ロータリービーコンの消音点と同様に利用する事が出来れば，ビーコンの役目を果す事が出来る。そこで2個の空中線とそれぞれの送信機を用い，一方の空中線はレーダと同様の抛物面反射鏡により，水平指向性約2度の狭いビームを作つて毎分5/6回転でゆつくり回転させる。他方の空中線は電磁ホーンで水平指向性約20度にして，これを歯車にて連結し，毎分150回転で2個の空中線の同期を取つて回転させておく。

これを受信機で捕えると，常時高速回転空中線からの電波の変調音が断続的に聞えており，ある時間になると低速回転空中線からの電波による変調音が聞えて来る。上記の回転数であれば，断続音が180回数えられる間に1回の割合で低速回転空中線による音が聞える事になる。従つて，どこかに基点を置き，そこから始めて断続音を数えればロータリービーコンとして利用出来る訳である。実際には測定を容易にする為に2つの送信機のパルス繰返し周波数，つまり変調音を変え基点を真北においている。そして真北，すなわち計数開始の表示の為に，高速回転用送信機の変調音を低速回転空中線が352度から0度に向くまでの間だけ変えている。利用する側では，特定の断続音が4回聞えた後に計数を開始し，低速回転空中線からの音が聞えるまで計数し，その数を2倍すればビーコン局からの方位が得ら

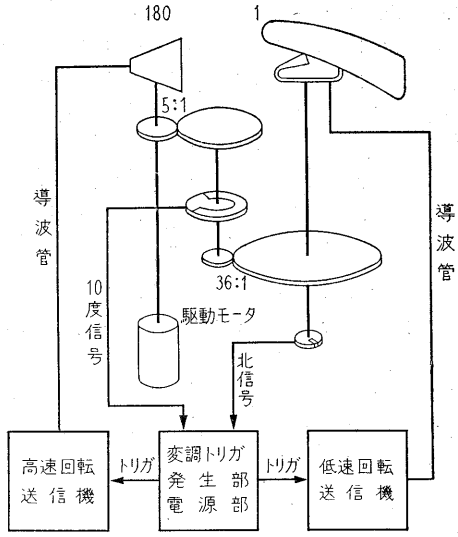
れる訳である。なお，実際には計数を容易にする為に，高速回転アンテナの回転の5回目毎に変調音を変えて10度信号としている。この変調音の変化の模様を，現に岩手県大船渡の綾里崎に設置されているものについて示せば，第22図の通りである。低速回転空中線の送信機のパルス繰返し周波数は一定で，1,000c/sである。



第22図　高速回転空中線のパルス繰返し周波数の変化

⑵　装置の構成

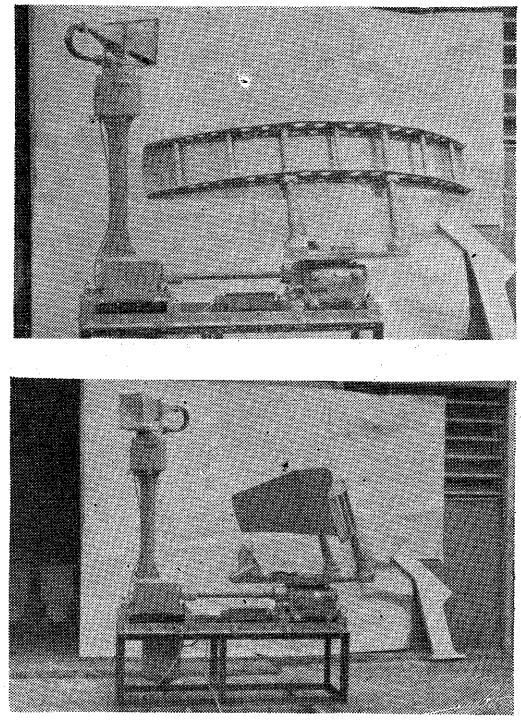
装置の構成を大略第23図に示す。既述したように低速回転空中線と高速回転用の送信機が別々にあり，パルス繰返し周波数を定めるトリガを，共通の変調トリガ発生部で水晶制御により発生させてそれぞれの送信機に供給している。2個の空中線の回転駆動は1個のモータで行い歯車によつて回転比を出し，また10度信号北信号を図示のようにして取出している。各送信機の構成は一般のレーダ送信機と大差ない。パルス形成回路を用い，サイラトロン1G35Pによりマグネトロン9M30を発振させる。両送信機は全く同一である。第24図に2個の空中線の形状を示す。



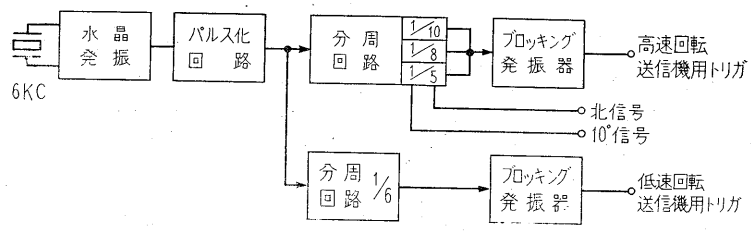
第23図　計数方式ロータリービーコン送信機の構成

変調トリガ発生部の構成は大略第25図に示すとおりである。原振動の水晶発振子は600c/s，750c/s，1,000c/s，1200c/sの最小公倍数である6Kc/sで発振，これを計数放電管 DM10B—1 を利用した分周回路によつて分周し，所定の繰返し周波数のトリガを得ている。

送信パルス巾はいずれの場合も1マイクロ秒で，送信尖頭出力は共に 40kW であるが，近く岩手県宮古湾口の閉伊崎に設置を予定される装置は空中線利得を考慮して低速回転送信機は7kW，高速回転送信機は40kWである。最初に述べたようにこのビーコンを利用するための受信機は極く簡単のものであり，レーダが附近で動作していれば受信機でそのパルス繰返し周波数を聞くことができる。したがつて，ビーコン局からの信号にレーダの電波が混入する場合は方位測定の計数に邪魔になることがある。これをさける為に，現在の船舶用レーダは水平偏波を使用しているから，



第24図　計数方式ロータリービーコンの空中線

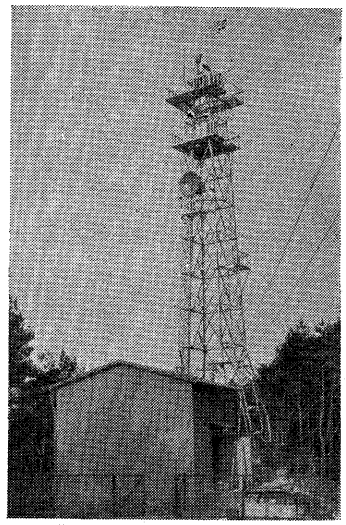


第25図　計数方式ロータリービーコンのトリガ発生系統図

ビーコン局の送信電波は垂直偏波を用いている。両偏波面の変化に対する出力変化を，このビーコンに使用する受信機で実測したところ約 20db であつた。

(3) 利用状況

綾里崎のビーコン局を実験局として開局した当時行つた実験では10浬の沖合で充分実用になることが判つたが，開局後日が浅いこと，全国で1局しかないので今のところ広く利用されているとはいえない。しかし利用設備が簡単であるので局数が増せば利用者数も加速度的に増加するものと考えられる。



第26図 綾里埼の送信局

トーキング方式ロータリービーコン

(1) 方式の概要

前述の計数方式では，自己の方位を測定する為に，短点の数を数えなければならないのが繁雑である。特に，100 とかもしくはそれ以上を数える様になると，誤測定を行う恐れが充分にある。そこで考えられたのが，ここで紹介するトーキング方式である。

この方式はパルス繰返し周波数を非常に高くし（例えば 10Kc/s），各パルス巾を数マイクロ秒にして，このパルス巾を音声によつて変化させるパルス巾変調（P. W. M.）を行い，音声で直接方位を知らせ様とするものである。このビーコンを利用する為に使用する受信機も，計数方式の場合と全く同様のものを使用する事が出来る。

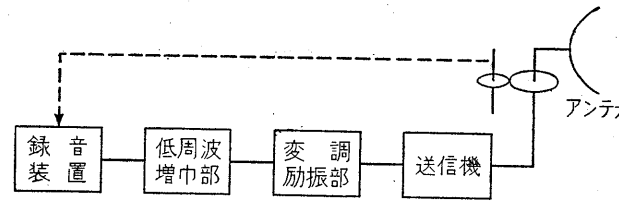
この方式はアメリカの I. T. T. (International Telephone & Telegraph Corp) 研究所がコーストガードに協力して研究開発したものが最初でコーストガードでは1960年5月，ニュージャージー州ワイルドウッドにあるコーストガードの電子技術局にその試作機を設置して種々の実験を試みた結果，充分に実用性があるとして同年9月，ワシントンで開催された第6回国際航路標識会議にそのレポートを提出し，また希望者には公開してその実用性を確かめさせた。

この試作機では，水平指向性約3度の抛物面反射鏡空中線を用い，毎分 1/2 回転させながら3度毎にその方位を放送する。利用者は空中線がその方向を向いた時だけビーコン電波を受信し，その方位を聞く事が出来るから，2分間に1回の割合で方位の情報を得る事が出来る訳である。

(2) 機器の構成

現在のところ上記の試作機が唯一の機器であるので，これについて説明を加える。

第27図が，この装置の系統図である。変調用の方位放

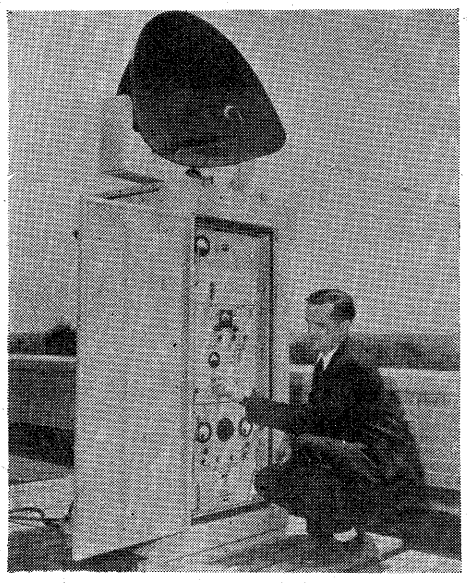


第27図 トーキング方式ロータリービーコン送信装置系統図

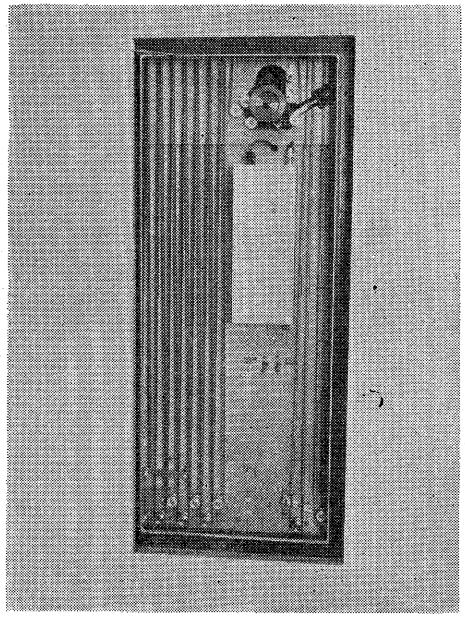
送音声は，フィルムのサウンドトラックに録音されており，これが空中線回路に同期して駆動される。変調励振部は，無変調の状態では送信機に巾 8 マイクロ秒，繰返し周波数 10Kc/s のパルスを供給しているが，音声の変調が加わると，その入力信号に従つてパルス巾を 2～14 マイクロ秒の範囲に変化させる。送信機はこの信号によつてマグネトロンを動作させている。この送信装置の定格は次の通りである。

周波数	9310Mc/s±10Mc/s
偏波面	水平
正常パルス巾	8 マイクロ秒
変調巾	2～14 マイクロ秒
パルス尖頭出力	1.5kW
パルス繰返し周波数	10kc/s
デューティ比	8％
電源入力	115VAC 1300W
利用可能範囲	約10km
マグネトロン	L—3400

第28図に送信装置の外観写真を示す。録音してあるフィルムは16mmフィルムの 880 駒分で，この左端に局の呼出符号と方位度数とが吹き込んである。フィルムの送りは，空中線の回転機構部とフィルム駆動スプロケットの間を歯車で連結させて同期をとつている。装置の外観は第29図の写真に示す通りで，フィルムの送りを滑らかにし且つフィルムの寿命を長く保つ為に，要所にはボールベアリング入りのテンションローラーを使用している。録音のピックオフ・ヘッドは，通常の16mm映写機に使



第28図　トーキング方式コータリービーコンの送信装置



第29図　フィルム・サウンドトラック

用されているものと同じであり，光電池からの低周波信号が低周波増巾器に送り込まれる。

低周波増巾器は，光電池の出力を増巾する以外に，音声波形のピークに約 20db のピークリミティングを与えて平均変調度を上げ，またここで光電池のバイアス電圧を作つている。増巾器には感度の良い自動利得調整回路があり，ここからの出力を一定に抑えている。通過帯域は 250c/s～4.5kc/s で，サウンドトラックの録音周波数特性が +6db/oct. になつているので，特にイコライザーはない。

変調励振部では，基本のパルス繰返し周波数である10 Kc/s をマルチバイブレータで作つており，ファンタストロンで 8 マイクロ秒のトリガーパルスを得ている。

送信機部は，ビデオパルスの増巾整形回路とマグネトロン発振器，マグネトロンのヒーター調節回路で構成されている。マグネトロンの特性でアノード電流が変化すれば発振周波数に影響があり，L－3400 の場合は 5Mc / ampであるので，この効果を小さくする為に，マグネトロンの励振は電圧パルスではなく電流パルスによつている。この電流パルスは，80mA の定振巾パルスである。

(3) 受　信　機

受信機は計数方式と同じものが使えるのであるが，トーキング方式の場合には，毎分1/2 回転の空中線が受信機の方を向いた時だけしか受信出来ないので，空中線が水平面で無指向性である方が使用し易い。そこで，第30図の写真に見られる様な受信機が試作された。この受信

第30図　トーキング方式ロータリービーコンの受信機

機の構成は次の通りである。

(a) 空　中　線：水平無指向性，垂直指向性40度
　　利得 4db

(b) 高周波検波器：MA418
　　映像増巾器：帯域巾 250Kc/S 電圧利得 3500
　　映像検波器：IN34
　　パルス繰返し周波数フィルタ：
　　2 セクション LC 型

なお，参考までにこの受信機は50ドル程度の販売価格

になる模様である。

(4) 今後の問題点

コーストガードによる本装置に対する試験結果は，非常に有効であるという事であつたが，問題点も幾つか残されている。

例えば，この装置では巾3度のビームを毎分1/2回転させているので，受信機から見れば1秒間に3度の割合でビームが通過する事となる。方位情報は3度毎であるので，1秒間に局の呼出符号と3桁の方位度数とをしやべらなければならない。やはりこれは，どうも早過ぎて聞きにくいと考えられた様である。これの対策として，

(a) ビーム回転数は一定にして，ビーム巾を5度或いは10度に拡げる。

(b) ビーム回転数を落して情報量を減らす。

(c) ビーム回転数は落すが2個以上の空中線を使用して情報量を落さない様にする。

という様な事が研究課題となる。また録音設備もフィルムを使つたのは単に経費を節約するためだけのものであり，今後はより信頼性があり，寿命も長い，例えば磁気ドラムを利用する事も研究されなければならない。

偏波面も水平であればレーダからの妨害を受ける。これはピッピッという音であるからビーコンの利用には邪魔にならないとしてもレーダが非常に近ければ，受信機の鉱石検波器を焼損する恐れが無いとはいえないので，垂直偏波にした方が良いかも知れない。

またコーストガードでは，この送信機を使つて簡単な気象情報を流す事も計画したい様である。

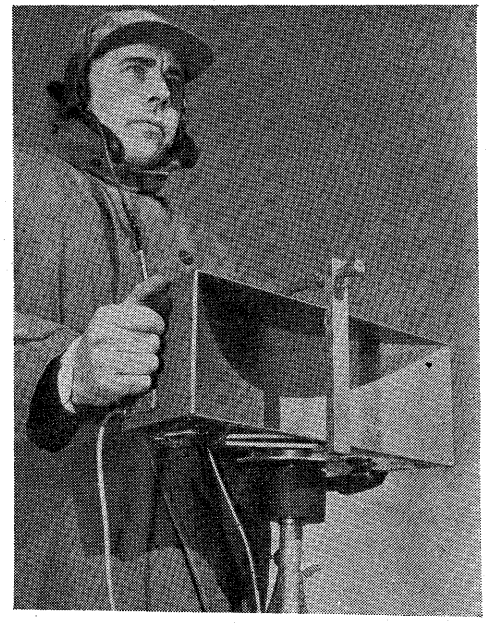
何れにしても，改良改善の余地は相当に残つているが，利用し易い事ははつきりしているので，実用される日も近いと考えられる。

4. 2 コースビーコン

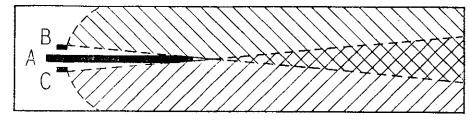
(1) 方式の概要

マイクロ波のパルス送信機を海岸に設置し，電波を水平面で無指向に発射するか，或いは海の方だけにでも発射して，既述のようなある特定の指向性を持つた受信機で受信し，パルス繰返し周波数を聴取すれば，相当に精度のよい方向探知が出来る。第31図はカナダで実験したときの受信機の写真であるが，これで1度位の精度で方向探知が出来たということであるから，この送信機は無指向ビーコン局として十分使用できる。特にこの送信機を港の入口とか，或いは河口に設置すればホーミングビーコン（帰港用）として役立つことが考えられる。

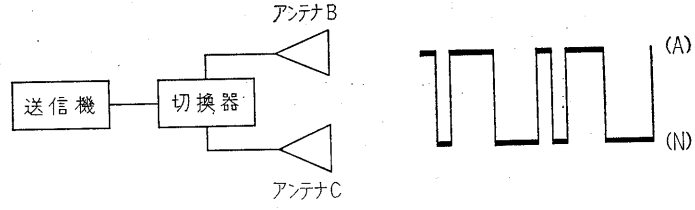
しかし利用海域でも航路が非常に狭くて羅針盤の誤差も問題となるような場所では，特定の航路を示すための別の方法を考えなければならない。第32図はこのために考えられた空中線の構成図である。Aは金属の遮蔽板であり，その両側に図に示すように2個の輻射器B，Cが配置されている。この2個の輻射器からの電波は斜線の重なつた部分ではほぼ同じ位の強さで両方が受信されるが，その他の区域ではBまたはCからの輻射だけが受信される。したがつて2個の輻射器からの電波を簡単な符号で電鍵操作してやれば，受信位置が重なつた斜線のどちらの側にあるかを示すことが出来る。電鍵操作で第33図に示すように切換器によつてAN符号を作つてやると，第31図の斜線の部分ではAまたはN符号が受信され，斜線の重なつた部分では符号の切れ目が判らずに連続音として受信されることになるから，この連続音として受信される部分をなるべく狭くして交りの角度を例えば1度以下になるようにすれば，これで特定のコースを



第31図 カナダのコースビーコン受信機



第32図 コースビーコンの原理



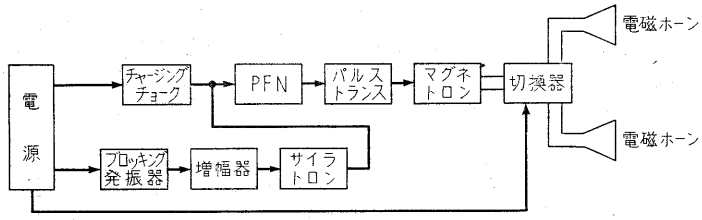
第33図 出力切換えの原理

表示させることが出来る。これがコースビーコンとして利用されるものの原理で，符号の組み合わせはANの他に短点（•••••）と長点（———），U（••—）とD（—••），V（•••—）とB（—•••）等が挙げられる。

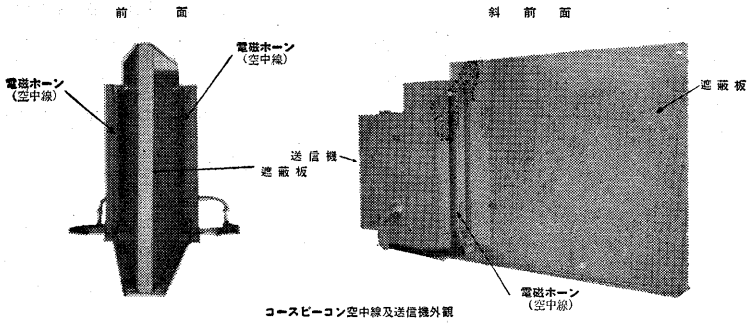
⑵ 機器の構成

送信機の構成の1例は第34図に示すとおりで，一般のレーダ送信機と大差ない。異なるところは電磁ホーンが2個あり，切換器で出力を2個のホーンに交互に供給している点である。現在富山県の伏木及び新湊に設置された装置の定格は次のとおりである。外観写真を第35図に示す。

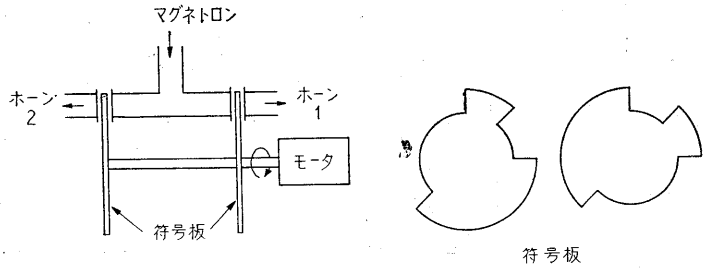
送信周波数：9310Mc/S
パルス巾：1マイクロ秒
パルス繰返し周波数：
伏木1000c/s
新湊 700c/s
パルス尖頭出力：7KW
送信符号：伏木A-N
新湊D-U
毎分送信符号数：伏木40
新湊50
使用マグネトロン：
9M20



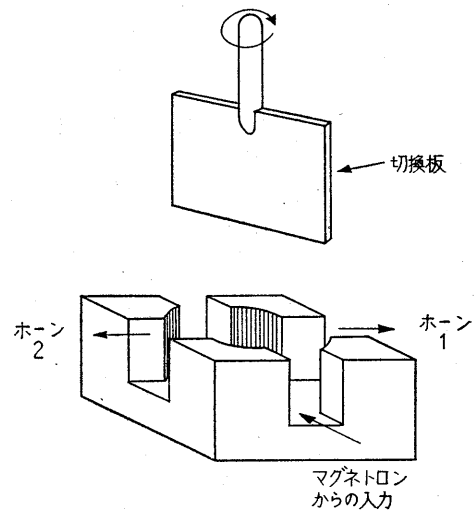
第34図 コースビーコン送信機系統図



第35図 コースビーコン空中線及び送信機の外観



第36図 出力切換機構



第37図 エリオットの出力切換機構

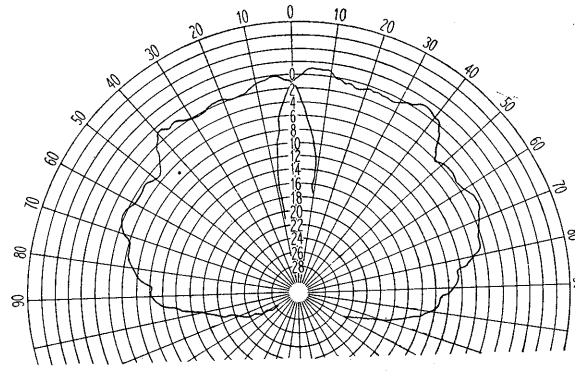
⑶ 実用上の問題

出力の切換えはT分岐を使い，第36図に示すように符号板をモータで回転させている。イギリスのエリオット（Elliott）社製のものは，第37図に示すように，T分岐の交叉したところで，電磁クラッチを使つて切換板を90度回転させるようになつている。

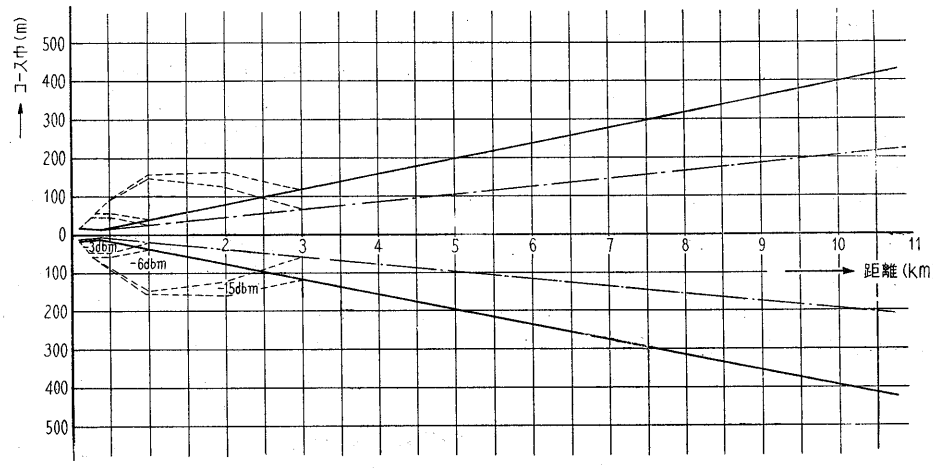
実際に空中線から輻射される電波は，第38図のような指向性を持つので，左右の空中線からの電界の強さが等しい方向は$\theta=0°$のところだけである。しかし，人間の聴覚ではある限度以下の音圧の差は感じられないと考えられるので，左右の空中線からの電界の強さの差がその限度以下になる範囲では，その差が聞き分けられないことになる。つまり，この範囲で受信音が連続音となり，コースは一本の線ではなく，ある角度の幅を持つことになる。したがつて，受信点が送信機から離れるにつれて，コース幅は広がることになる。たと

えば，コース幅を1度とすれば，送信機から1kmの距離ではコース幅は17.4m，5kmでは約87mとなる。

ところが，受信機の特性から，入力電界がある大きさになるまでは，出力もそれに対応して増加するが，ある限界に達するとそれから先は入力電界が強くなつても出力は飽和して一定となる。このような状態では，電界の強さの差がある限度以下の範囲，つまりコース幅が広がつたのと同じような受信状況となる。この事は，受信点が送信機に近づいたときにコース幅が直線的に狭くならず，逆に広くなつたりする可能性のあることを意味している。第39図は，



第38図 綜合水平指向性



第39図 距離とコース幅の関係

距離に対するコース幅の変化の模様を算出して画いたもので，空中線の水平指向性は第38図を使用し，聴覚で感じとれる電界の強さの差の限界を1.5dbおよび3db，受信機の飽和入力レベルを −3dbm，−6dbm，−15dbmと仮定している。この図は，コース幅が，受信機の飽和のために近距離で広がることを明らかに示している。このコース幅の広がりは受信機の飽和レベルによつて決まるものであるから，受信機の特性が不統一であると利用者に混乱を与えることが考えられる。つまり，このビーコンの利用者は，一般に電気的な熟練者ではないと考えるべきであるから，利得調整器などの操作個所によつて，最良の受信状態で利用するものではなく，むしろ，遠距離で利得を最大にして，そのままコースを入港してくることが多いと思われる。このような状態では，近距離でのコース幅の広がりはますます大きくなつて，航路の状況によつては危険であるということにもなる。

このようなことから，先ず，実測のコース幅が受信機により，どの程度差があるかを調べた。実験は横浜港で行ない，エリオット社製の送信機からの電波を，外防波堤上で受信して測定した。その結果は次のとおりである。

	コース幅(m)	コース幅
受信機1	4.6	10′
〃 2	20.0	40′
〃 3	20.0	40′
〃 4	55.0	1°50′

送信機からの距離……1.7Km

この測定は防波堤上を歩いて測定したもので，調整は最良の状態にしてあり，ここに表われた差は飽和レベルの差と見てよい。受信機1が感度は最も低く，5浬以上の距離では殆んど受信不能となる。受信機4は感度はよいが飽和レベルが低い。ここに表われた数値のコース幅10′は，空中線指向性から調べてみると電界の差が0.1～0.2db程度になる幅である。

つづいて，新潟のビーコン局で小型船をコースに直角に走らせ，1つの受信機で感度を種々に変化させてコース幅の変化を調べた。結果は次のとおりである。なお，受信機の感度はマイクロ波の減衰器を挿入して変化させた。

(1) 送信機より 1Km の距離のコース幅

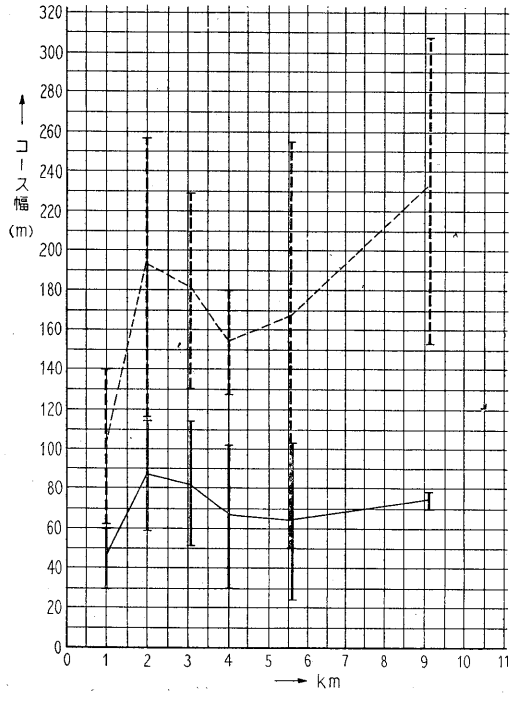
減衰器挿入量(db)	コース幅(m)
0	325
0	213
0	211
0	180
1.9	154
4.0	67
11.0	45
25.0	44

(2) 送信機より 5Km の距離のコース幅

減衰器挿入量(db)	コース幅(m)
0	440
0	350
0	240
0	240
7.6	260
10.0	205
12.0	185

この測定結果で，減衰器の挿入量が等しいにも拘らず，コース幅が相当に異なるのは，測定船がコースと完全に直角に走らない可能性と，送信機までの距離の不確実性，それに測定誤差の集積によるものと考えられる。

次に，距離を変化させてコース幅の変化を測定したものが第40図である。測定値の変化幅は，受信機の飽和レベル差，および個人差を意味するもので，実線は受信音が完全に連続して聞こえるコース幅，点線は符号の切れが悪くなつて，コース線上に近づいたとき判り始める幅である。注意すべきことは，9km 付近ではコース幅の測定値差が小さくなつていることで，これは電界の強さが各受信機の飽和レベル以下であることを示していると考えられる。又，コース幅は約75mで，これを角度に直すと約 25′ となり第38図から調べると，この角度の電界の差は約 0.2～0.3db である。横浜で行なつた実験の結果と較べてみても，人間の聴覚が相当に鋭敏であることが判る。更に第39図と較べてみると実際のコース幅は予想以上に狭く，せいぜい電界の差が 0.5db 以下の範囲ではないかと考えられる。

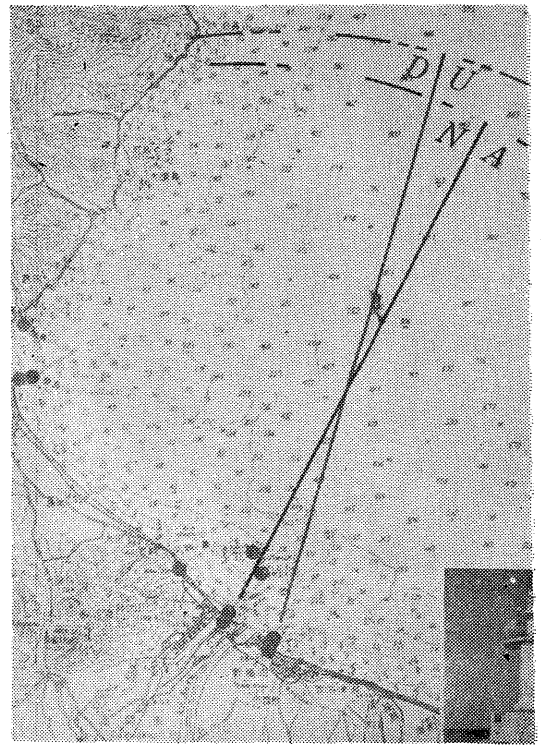


第40図 距離に対するコース幅の変化

次に水平指向性についてであるが，第38図のように広い指向性は，利用海域が細長い場合は不要であり，却つて付近の反射体によつて悪影響があると考えられる。したがつて，このようなばあいはビーム幅を狭くすることが必要である。

(4) 今後の見通し

コースビーコンの方式に先鞭をつけたのはイギリス，カナダであり，我が国でもその資料によつて試作実験を行なつたもので，実用化の見通しを立てて開局したのが，伏木，および新湊の 2 局である。両局の配置状況は概略第41図のとおりである。両局の間隔は約1.7kmで，コー



第41図 新湊のコースビーコン配置図

ス線は約 8Km の沖合で交叉し，その交角は12度である。前述したように，両局のパルス繰返し周波数を違えており，符号も異なつているので，局を区別して利用することは可能であるが，両局からの電界の強さが接近する付近では，2つの変調音が混入してビートを起したような状態となり，ひじように聞き難くなる。これを解決するには両局の電波を時間的に区分して，交互に発射させるよりなく，昭和37年度中に，このための切換装置を設備する予定であるが，切換への周期については未定である。何れにしても5～10秒であろうと考えている。

なお，送信符号は送信機に向かつてコースの右側が長音から始まり，左側が短点から始まるようにしてあり，今後共このようにする方針である。

コースビーコンは，現在のところ導燈と同じ用途に使用するように設置が考えられている。（導燈とは港の航路線上の2点に，燈器を高さを変えて設置したもので，利用者は2つの燈光が垂直に並んで見えるような位置の線上を辿つて入港すればよい。）しかし，コースビーコンの方式そのものは，今後別の用途も考えられてよいと思われる。たとえば，第40図についていえば，2本の交線によつて区分された4つの区域では，それぞれ異なつた組み合わせの符号が聴取できるから，この2つのコースビーコンは，特定の区域の表示にも役立つている訳である。このような活用の方法が今後に期待されると思われる。

むすび

日本の今後の計画

マイクロ波ビーコンの特長は測定精度の高いことと，利用設備に大きな経費がかからないことである。欠点は利用可能距離が10浬ないし30浬に限定されることであるが，これらの得失を活用すれば，沿岸，および港湾の航路標識として，ひじように重要な役割を果すものと考えられる。海上保安庁の電波標識整備計画においても，これらのマイクロ波ビーコンには相当に重点が置かれており，さきに公表された「航路標識整備第一次5カ年計画」では次のようになつている。

マイクロ波標識局

○レーダ装備船を対象とするもの

(a) レイマーク

陸地初認標識として重要な28箇所に設置する。

(b) トランスポンダ（レイコン）

障害標識として海難の多い重要航路筋の浅瀬，岩礁，暗礁等差し向き14箇所に設置する。

○レーダ未装備船を対象とするもの

(a) ロータリービーコン

気象条件により燈台，霧信号の利用が妨げられることの多い箇所に沿岸標識として20箇所に設置する。

(b) コースビーコン

濃霧，煙霧，風雪等多く，かつ地形上船舶の出入困難な港の航路の誘導標識として9箇所に設置する。

この中でトランスポンダについては，まだ採用する方式が決定していないし，ロータリービーコンについてもトーキング方式の開発が課題となつているが，レイマークについては，近く犬吠崎に設置されるものが大体標準となり，コースビーコンも近く稚内，大船渡に設置されるものが大体標準となる筈である。

何れにしても，これらのマイクロ波ビーコンは，すべて最近開発された方式であり，アメリカ，イギリス，フランス，カナダの各国が僅かに進んではいるが，すべて改良研究中のものばかりであり，今後どのような変ぼうを遂げるかは予測がつかない。しかし，ヨットとかモーターボート等のレジャー用小型船も将来は増加すると考えられるので，これらの船の羅針盤としても，マイクロ波ビーコンの役割は重要であると考えている。

おわりに本稿作成に当り，御指導御助言をいただいた海上保安庁燈台部電波標識課石川課長，清野補佐官，沖電気技術部岡田次長の各位に深く感謝致します。

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

運輸省海運局　杉野和衛　抄訳

1960年5月17日から6月半ばにかけてロンドンにおいて開催された第4回海上人命安全会議において，レーダの使用と航法規則との関係について，同会議の航海安全委員会で各国政府代表から意見が述べられているが，それらを要約すると次の通りである。

英　国

英国代表は，航海者，海事法律家及びレーダ専門家からなる専門委員会が最近2年間にわたつてレーダについての問題及びそれと衝突予防規則との関係について研究を行つた旨を述べた。その結論では，次の4つの異つた措置が考えられている。

(1) 衝突予防規則を改正しないで，レーダ使用の有無に拘らず，視界制限時の航法についてすべての船員に適当，且つ，明りような指導を行なう。

(2) 衝突予防規則の遵守上レーダの適当な使用についての国際的に一致した意見に基づいて勧告を立案する。

(3) 上記(2)の内容を衝突予防規則の附属書とする。

(4) 衝突予防規則を改正する。

委員会の満場一致の結論では，(2)の措置が他の何れの措置よりも優れているということであつた。従つて，IMCO/SAFCON/1 の 45 頁の新勧告19*を用意した。

英国の専門委員会は当該手引を規則と分離すべきであるとしているが，英国政府は，本委員会がもし希望するならば，衝突予防規則の附属書とするに適するような改訂文を提出する用意がある。

英国代表は，航法に関する処理を衝突予防規則以外によつて行なうことを選んだ理由として簡単に次の説明を行なつた。

(1) 現行規則の15，16及び29規則は，厳密に遵守しさえすれば海上における衝突防止に妥当なものである。英国は，実際的であれ仮想的であれ会議が特殊な状況について法定化しようとすることを非常に懸念している。法定化は規則の効果を減殺することになると思料される。

(2) 衝突予防規則には，船舶がいかなる装置を所有していても視界が制限されている時にすべての船舶に同様の行動を要求する単一の揃つた規則を定めるべきであり，現行15及び16規則はその一揃いの規則である。

(3) 視界制限時における船舶の行動についての現行規則の規定は，簡潔，明りようの点において非常に優れており，航海安全の要素として船員によつて一般に理解されている。また，本規則の非常に優れた特徴は，責任を画定している殆んどの場合において講ずべき動作を逐一画定する厄介さを避けたことである。

(4) レーダ情報によつてとられる動作は，衝突予防規則に適確に規定するためのものではなく，むしろ航海者の適当な訓練のためのものである。従つて，いかなる状況に直面しても，訓練を通じて得られた教訓に従つて動作をとることになろう。

(5) 英国は現行規則が遵守されさえすれば衝突事故は生じなかつたものと信じている。それはレーダ装備船の衝突事故について行つた英国の調査の結果が例外なく現行規則の重大な違反によつて生じたことを示しているからである。従つて追加規定は必要でない。

英国は，現行規則16及び29のいかなる改正についても特に強く反対した。レーダの出現は，船員の間に，衝突予防規則の適当な適用上の立場についての誤解をもたらしたので新提案の勧告19の案文はこの誤解を取り除くことを目的としている。更に英国は，操舵航法規則が互に視野のうちにある船舶についてのみ適用されることを明らかにし，視野のうちにあるとは視覚による意味であることを定める旨の提案を行なつている。

英国は，もし勧告19が受諾され或いは，衝突予防規則の附属書として付されるならば，又，上述の二つの小改正が行なわれるならば，その他の改正は一切必要でないということを最も強く主張した。

結論として，英国は，レーダに関与する方法で規則を改正する方向に向うことに反対することを強調した。それは，船員の訓練において考慮されるべき事項であるということであつた。

西　　独

西独代表は，各国代表が提示した提案は本問題の歩み寄りにおいて広く一致しており，規則の改正において用いようとする用語においてさえも幾つかの場合に一致していることを指摘した。又レーダの使用について特別の考慮を払わない程度ほどには現在の航法規則が十分でないという幾人かの代表の意見を支持した。更に，英国の提案のように，会議がレーダの適当な使用についての手引の案文に賛成し，それを規則の附属書とすることが賢明であると考えた。然し，一方において，船舶が最初にレーダ接触をしてから接近状態を生じるまでの間の行動として船員にその助言を役立たしめるには当該措置に欠点があることを考慮し，代表は，接近状態（例えば3浬以内）において船舶が講ずべき措置を規則の中に折り込むことが必要であるという意見を述べた。

デンマーク

デンマーク代表は，現行の規則がレーダ装備船の間に衝突を惹起せしめたことはないという英国の見解に賛成した。むしろ，衝突の原因は現行規則を遵守しないことにあつたものであるという考えである。然し，1948年の会議によつて明りような勧告がなされ，それを各国政府が広く周知しているにかかわらず，規則及び勧告によつてなされるその解釈が無視されて衝突が依然と生じていることを指摘した。このような事実から，デンマーク政府は勧告は十分でなく，実際的には規則の改正或いは追加を行なう必要があると認めた。また，視界制限時のレーダ航法について講ずべき動作を詳細に規定することは誤りであるとする英国の提案に賛成した。一方，人間的要素からあらゆる衝突を防止するような規則を設けることは必然的に不可能であると信じられるので，従来船舶が発生せしめたレーダ衝突を防ぐような用語形式を考えるように試みることは必要であると考えた。提案は事実そのような要請をしている。最後に，同代表は，第29規則の改正は必要でなく，船舶が互に視野のうちにない場合には操舵航法規則を適用しないということを明らかにする英国提案を支持した。

イタリー

イタリー代表は同国提案を説明した。同代表に委員会の重要な仕事はレーダの使用，特に近距離使用について船舶を指導することであると強調した。レーダはこれを適当に使用すれば安全航行に貴重な役割を果すものであるが，これを悪用すればかえつて厄介を生じるものである。同代表は，近距離においてはレーダ情報のみによつて行動すべきではないことに賛成し，その距離が幾浬レンヂであるかということを決定するならば極めて有益な仕事をしたことになるということを暗示した。最後に，彼は，委員会が規則を改正すべきでなく規則に勧告を附属させることを望むならば，代表はその方法を受諾する用意がある旨を述べた。

フランス

フランス代表は，同政府は国際会議に附託すべく重大な注意を払つて本問題を研究してきた旨を述べ，レーダは航海援助施設としてのみ考慮されるべきことを強調した。英国政府の視界制限時の航行について船長の決断の責任と自由について委員会がいかなる措置もとるべきでないとする意見に賛成し，レーダ航法について規則にいかなる適当な動作を規定してもそれは事実上は船長の自由を制限することになる旨を強調した。また，レーダを用いている船が航過すべき最小距離を規制することは不可能であることを強調した。仮りに2船が30ノット以上である場合について考えれば5浬の距離ですら安全保持上は短かすぎるであろうし，機関を停止して注意して航行すべき距離がそれ以上に定められたならば，航路は妨害され厄介が増加するであろう。

原則を決めても，それには例外が多く，二船が真向かいに行き合う場合は右変針をすべきであつて，そのような事項を規則に明定することは極めて劣悪なことのように思われる。

結極，同代表は，レーダ衝突のことばかり話題にされているけれども，レーダが衝突の予防に数多くの貢けんをしていることが無言に附されていることを忘れてはならない旨を強調した。過去におけるレーダ装備船の衝突は，解怠，見張不十分，レーダ情報の誤つた使用，或いは16規則a項の単純な違反等現行規則を厳密に遵守しないことに原因して発生している。後者は明らかに速力違反に原因している。

従つて，フランスは，現行規則を実質的に変更しないことを希望し，委員会にレーダは航行援助施設の一つであるにすぎない点に十分な注意を払うことを要請し，且つレーダの適当な使用についての訓練の必要性を強調することを希望する。

アメリカ

アメリカ代表は，現行規則は本質的には適当であるが16規則及び29規則を現状に合致させるように改正することが必要であると感じられる方に賛成した。この観点から，彼は勧告をするよりも規則を改正する方を選んだ。彼は，適当な措置は海員の常務によつて命令されているのであるから，特殊な状況に対して特殊な処置をとるべきことを規定することは必要でなく，望ましいことでもないことを強調した。彼は，又，緩衝帯域の設定は，その目的とするところは結構であるが，実際問題としては定められた危険帯域に達するまでは船員がレーダ情報に対して何らの措置をとらないことを勧奨する結果となつてかえつて衝突を増加させるようになると考えられる。

オランダ

オランダ代表は，16規則を改正すべきことを強調した。現行の規則を立案した人は船舶の安全保持上の船長の責任については，16規則b項にかかわらず，レーダによつてのみ近隣に衝突の危険を生ぜしめる他船が存在するという情報を有し次第直ちに機関を停止し然る後注意して航行すべきことを要求しているものと考えている。視界制限時についこの規則を定めた人々はその当時は“聞く”という感覚でのみ考えることができたのであるが，もし，他の更に有効に役立つ感覚（レーダ）で考えれば16規則b項をそのように構成した筈である。

従つて，彼は，16規則b項を現状に合致するよう完璧のものとし，レーダ装備船の航行に対して適用すべきことを強調した。

ノールウエー

ノールウェー代表は，オランダの見解に原則的に賛成した。現行規則はレーダが出現するまでは完全に妥当なものであつたが，最早現状には合致しなくなつている。彼は，かなり世間を騒がした衝突事件の実例をあげた。それは二船が真向いに行き合い，一船は右変針，他船は左変針をしたものである。彼は，もし委員会がこのような場合に船員に右変針のみを行なうべきことを要求するならばこのような事故やその他のレーダ衝突は相当減殺できたものと思われることを強調した。大形の高速船が建造されているので，機関停止後に行脚を止めるべき距離については，今日では16規則b項の適用上は5浬のレンヂよりも大きいことさえある。彼は，ノールウェーの提案は無害であるのみならず海上の人命安全を増進するものであることを強調し，本件を適当に規制すべき機会があつたならば数年前からこれが採用されていたであろうということを述べた。彼は，船長の自由をはく脱すべきことを提案したのではなく，衝突を生ぜしめるような危険な運航を避けるべきことを要求したものである。船首方向に他船が存在することが心配されるような場合には機関を停止して注意して航行し，又それを衝突防止に十分な時期に行なうべきものである。

スエーデン

スエーデン代表は，同国においては本問題を数年間検討の結果，レーダ装置を使用している場合には注意が必須であることを述べた。機器の信頼性の問題を別にしても，現行規則は不十分と見受けられる。彼は，相関的な操舵航法規則はレーダ情報のみについては適用することができないとする英国の提案については賛成したが，レーダ情報が機関を止めて注意して航行すべき責任を船員に負わしめるべき状況について規則上何らか規定することは重要である旨を述べた。同代表は，規則を改正するのみならず，レーダ装置の適当な運用について勧告することも必要であると考えている。

ソ　　連

ソ連代表は，レーダは適当に使いさえすれば非常に有効な装置であるが，その適当な使用については世界のすべての国の船員が一致して賛成しなければならない旨を述べた。16規則は立派な規定であり，それを基にした一般的な教訓はいかなる状況においても変更すべきでないけれども，視界制限時のレーダの使用を十分考慮に入れた各国提案の改正のうち最も受諾可能であるものを現行規則に加えることは必要であると信じられる旨を述べた。

ニュージランド

ニュージランド代表は，レーダの出現により操舵航法規則の前文の改正及び“互に視野のうちにある”の定義を1規則に加えるという英国の提案に賛成した。16規則a項に“すべての利用可能なソースからの情報が示す……”の文言を加えることが便利であるかも知れないけれども（現行16規則は音響規則である）16規則b項については，それを適用する状況について更に委員会が研究することを要求した。音響信号を聞くということであれば必然的に適用範囲も近距離となり，その場合のすぐれた動作としては機関を止め注意して運航する他はないが，音響信号の聴取距離よりも遠くにおいて他船が存在することを知つた場合に当該動作をとることが適当であるというように決めるのは早計に過ぎるものであり，規則を如何に改めても船員によつて十分理解されることはないと思われる。そのような距離において如何なる動作をとるべきかということは船員の常務に係る問題である。彼は，一般的に本問題については英国の態度を支持し，レーダ装置の使用訓練の問題を委員会が早急に検討を加えるべきことが根本的に必要であることを強調した。

日　　本

日本代表は，同政府は本問題について十分な注意を払つて検討を加えたこと及び委員会は，レーダが未だ完全な装置でなく十分に信頼できるものでもないので，いかなる提案に対しても用心深く望むべきである旨を述べた。一方規則も完全であるとは言難い面があるので，両方のバランスにおいて，現行規則に若干の変更を加えることが望ましい旨を意志表示した。

支　　那

支那代表は，レーダが航行援助施設に過ぎないという事実を強調し，フランス代表の意見を支持した。一般的にはレーダは4浬から8浬までの間で最も有効であり，短距離においては，特に船舶が輻そうしている水域では，船長や水先人がレーダを使用することによつて恩けいを蒙ることは不可能である。

* 勧告19（英国提案）IMCO/SAFCON/I

レーダ又はこれと同等の航海援助施設を装備した船舶の航行

一部船員間においてレーダの出現が衝突予防規則の適用上もたらす影響が不確かであり，それが原因のすべてとなつて衝突を惹起せしめることがあり得ることを考慮し，各国政府は，海上の衝突予防のためのレーダ情報の使用に関する下記の国際的に同意された見解について船員の注意を喚起すべきことを勧告する。同見解は，レーダが有効に使用されているということを示すものである。

(1) レーダ映像によつて推量することは，危険な場合があり，これを避けるべきである。

(2) 制限された視界において，レーダの援助を得て航行している船舶は，16条ｂ項の適用に当つては，適度の速力で航行しなければならない。レーダを有効に利用して得られる情報は，適度の速力の決定に当つて考慮に入れられる周囲の状況のうちの１要素となる。

近くに１隻又はそれ以上の船舶が存在することを示しているレーダ情報は，適度の速力について，レーダを使用していない場合に船員が適度であると考える速力よりもつと遅いものであるべきことを意味する場合がある。

(3) 視界が制限された状況で航行中は，レーダにによる距離方位のみでは，16条ｂ項の他船の位置を確かめたことにならず，正横前方に当つて霧中信号を聞いた場合に機関を停止し注意して航行すべき義務が解除されることにはならない。

(4) 舶舶，視界制限時に航行中，接近状態を助長するような方法 (in such a way that a close quarters situation may develope) で近寄つてくる他船の船影をレーダスクリーン上に認めたときは，その時の状況が許す限り，そのような状況を避けるために早期，且つ，大胆な動作をとらなければならない。当該動作が希望する効果をあげているか否かを確認することが重要である。

(5) 変針のみで措置するのは，下記の場合に最も有効な動作となる。

(a) 十分広い海域であること。

(b) よい時機に行なうこと。

(c) 大胆であること。小変針を連続的に行なうことは避けるべきである。

(d) 他船と接近状態になる結果を生じないこと。

(6) 変針の方向は，その時の状況によつて船員が決定すべき事項である。右変針は，特に他船が反対方向又は殆んど反対方向から接近してくるときは，一般的に左変針よりも望ましい。

(7) 速力の変更は，それのみ又は変針と併用する場合の何れであつても大胆，且つ，はつきりと行なうべきである。速力の小変更を度々行なうことは避けるべきである。

(8) 接近状態が緊迫してきたときの最も賢明な動作は，相手船から離れる (take all way off the vessel) ことである。

講　座

レーダの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

(The characteristic of image which is decided by the set, and the problems concerning with the navigation)

東京商船大学　茂　在　寅　男

1. 序論 (Preface)

レーダは指示装置としてCRTを用いるので，CRTの特性による各種の誤差，映像の歪み，使用上の不便などが当然生じて来る。しかしながら，その誤差に関する問題は，後述第2章にゆずり，更に機械的な機器特性によつて生ずる不便について，航海術上問題となる点を検討して見ると，およそ次のような項目がある。これらについて，若干の実験を試み，結果を得たのでここに報告する。

2. スポットとマーカー (The spot of CRT and the markers)

CRT に映像を結ぶためのスポットの大きさは，管の優秀さによつてその直径が決定されるけれども，勿論，鮮明な映像と，精度高い距離分解能，方位分解能を持つためには，他にも多くの要素があるけれども，最小条件として，スポットの直径はできるだけ小さいことが望まれる。

初期のレーダにおいては，スポットの直径は2mm程度にまでが絞れなかつたけれども，現在においては大体1/2mm 程度にまで絞ることができるようになつている。

距離分解能は，理論的にはパルス幅とスポットの大きさの和によつて決定されるものであり，方位分解能は，ビーム幅とスポットの和によつて決定されるものであるため，距離においては距離拡大効果，方位においては方拡大効果が存在すること，しかし距離に関しては，スポットによる見かけ上の拡大比率は，遠距離になるにつれて増大するものであるため，遠距離においては，距離分解能はパルス幅よりもむしろスポットの大きさによつて左右される，というようなことに関してはすでに充分一般に論じられて来たところである。

現在船用レーダとしている12インチ・レーダのPPI上におけるスポットの占める大きさを，距離に換算した結果は次のようになる。(直径を1/2mmとして)

1・2・1 表

レンジ・スケール	スポットの占める距離
0.5浬	3米
1 〃	6 〃
2 〃	12 〃
3 〃	24 〃
6 〃	36 〃
15 〃	91 〃
30 〃	182 〃

この表の示すものは，かつてのレーダが，スポットの大きさ約2mmほどのものを使用していた時代と異り，当時たとえば2浬レンジにおいてさえ数十米の大きさを持つスポットであつて見れば，距離分解能をあげるために 0.25μsec より狭いパルスを使用することが無意味であるといわれたことは今ではくつがえされて，更に充分狭いパルス幅を持つたものによつて，レーダの精度を上げ得ることを示すものであるが，このことも一般に充分に論じられている。

ここで実用者の立場として，現用の船用レーダにおける船首方向指示線，固定距離目盛などの占める映像の上における距離を Sperry marine radar について測定してみた。測定の方法は数名の測定者によつて各別個の測定をなさしめその平均を取つた。そして，固定距離目盛については，可変距離目盛を内接させてその値を読み，次に外接せしめてその値を読み，その差を平均した。また船首方向指示線については，カーソル線を船首方向指示線の最外端の左側にあてて後その右側にあてる方法によつて，角度差を取りその平均値によつて距離換算をし

たものである。

なお，距離目盛り用のパルス幅，船首方向指示線用のマイクロ・スイッチの接触時間長などは一般に示されていないので，実用者としてはその概略を映像上においておさえておく必要を感ずるのでこの実験を行なつたものである。その値はまた，他の種類のレーダにおいては別な値を示すこと勿論であるが，ここに測定した結果は1つの例として，他の大体の目安をも示すと考えられる。

1・2・2 表　固定距離目盛の映像上において占める距離

使用レンジ	測定平均値	正味幅
2浬	93m	46〃
6〃	130〃	65〃
15〃	278〃	139〃
30〃	557〃	278〃

マーカの Gain は普通の状態にしておいたもので，特に明るくしたり，特に暗くしたりしての測定値ではない。同表中において，正味幅と示したものは可変距離目盛も同じ幅をもつもので2分したもの。

1・2・3 表船首方向指示線の映像上において占める距離

使用レンジ	実際の幅	換算距離
1浬	2.2mm	26m
2〃	1.9〃	46〃
6〃	1.0〃	72〃
15〃	0.9〃	162〃
30〃	0.9〃	324〃

船首方向指示線の Gain の上げ下げは，その幅に余り大きな影響を与えなかつた。なお上表の幅は，船首方向指示線の外端におけるものである。

以上よりして次のことがいえる。すなわち，固定距離目盛にしても船首方向指示線にしても，表値の通りの幅を持つた部分を被うのであるから，その程度以内の物標の発見を不可能にするわけで，無意味にこれらのマーカを明るくしたまま使用すべきではなく，特に船首方向指示線については，本船前方の見張りの上において，これを極端に明るくして使用することの危険なこと，その度合いはどの程度のものであるかを示すものである。

3. 映像の残光性に関する問題(About the residual image)

Aスコープの場合においては，CRT は残光性のないものを使用するため問題はないが，PPI スコープの場合においては残光性の CRT を使用するので，残光時間，ビーム幅，繰返周波数，周波数帯域幅などの間に関連性があり，その間に適当なるバランスの必要なことは既に一般に論じられている。

PPI においては掃引線の回転速力が遅いので（1度掃引した所へ次に掃引線が回転して来るまで米国系のレーダで約4秒かかり，英国系のレーダで約2秒かかり，日本は大体米国系の方式によつているが）画面の安定を期するためには残光性が長いことが長いことが望まれること勿論であるが，船舶は移動して行くものであるため，船の速力が速い場合には，スコープの映像もどんどん移動して行くので，古い像と新らしい像とが僅かずつずれて重なり合うために，画面はダブり，ぼやけてしまうことも考慮に入れなければならない。

実際問題としては，レーダの使用レンジを切りかえることによつて画面がダブついたための，若干時間の見張り不可能時があつたことが衝突の原因となつた例はしばしばある。（海難審判庁裁決録による）このことからして，現用の船用レーダにおけるこの種の欠陥は，実用上どの程度あるものであるかを，定量的に調査しておく必要があるので，この点について次に実験をした。

実験に当つては数名の観測者を交代にして，各人によつて感じたままを記録し，その平均を取る方法によつた。このためのレーダとしてはスペリー・マリン・レーダを使用した。

観測の結果は，使用レンジの大小にかかわらず，単に切りかえの事実のみが問題であつて，(a)　レンジ切り換えによつて，前の像が薄く残つているが，前の像と新しい像と見誤る事がないようになるまでの時間は平均13.5秒であり，観測値の最低は11秒，最高は17.6秒を示すものがあつた。ここでスキャナーの回転速度が4秒毎であるので，回転スキャンする間が見張り不能の時間になることを示している。このことは例えば本船が18ノット，相手船が17ノットで正面に向い合つて接近しつつある場合について考えて見ると，この見張り不能の間に両船は200米ないし320米は接近することになり，大体300米は近接してしまうものと考えなければならない。

(b)　さらに，実用の最小限でおさえることなしに，前映像が画面からほとんど消え，新映像が鮮明になるまでの時間について測定した値は，平均34.5秒であつた。そのうち最低のものは27秒を，最高のものは39秒を示した。このことは，掃引線が8～9回転する時間であり，前記のような両船の場合においては500米ないし700米接近してしまうことを示すものである。

このことはまた外洋航行中において障害目標が近距離に少ない場合はともかく，沿岸に来て附近に船舶も多数になつて来てから，使用レンジを切りかえる場合には，その前において充分状況を判断して行うことが必要であることを示すものである。

なお，真運動指示レーダについて，長残光性のＣＲＴ

が要求される理由は東京商船大学研究報告* においてすでに論じたところであるが，このことと，本項において論じたこととは相反する事項である。ここにおいて，将来これらの問題を解決するためには，CRT を長残光性に使用できることを満足させることとともに，瞬時にして画面の全部を残光なしに随時打ち消すことのできる装置が出現することが望まれる次第である。

4. 偏向電流の非直線性による映像の歪みが航海術に与える影響 (The non-linearity of the deflection current which causes the strain of image, and the effect of it to the navigation.)

現用船用レーダにおいては，PPI 方式であるため，CRT の頸部の周りを1分間15～30回転の速力で偏向コイルを廻わし，これに鋸歯状電流を流して，掃引線を1発信ごとに1本ずつ画かせる方式を取つているが，この掃引に当つて，スポットの移動の等時性が，正確なる測距と歪みのない画面現出のために是非とも必要であつて，極めて直線性に富む形の波形が要求されることは当然のことであるが，これらのことはすでに充分論じられて来ている。

しかしながら，現実に使用されておる船用レーダにおいては，この点に充分な神経が使われておらないものが極めて多い。このことは，レーダ理論としては充分その必要性が論ぜられ，各種の考案になる回路が研究されているにも関わらず，レーダ製造業者およびサービスマンは，この種の映像の歪みから生ずる不都合について，直接その不便さと不利益とを体験する機会がないためと，特殊な場合について実験するのでなければ，この歪みを発見することができないこととの2つの理由によるものと思われる。

身近かな処から実例を示して見ると，**1—2・2・13図，1—2・3・2図，1—2・3・3図および1—7・2・11図など，すべてこの種の映像の歪みがあり，そのことについてはそれぞれの処において論じた通りである。しかもこれらの例が，すべてそれぞれに別なレーダにおいて起きている現象であることからして，如何に多くの例があるかを示すものであると思う。

一般には，1—2・3・3図のように，本船の至近距離を走る直線映像が，中心に向つて，突出して来る形となる。航海術上においてこのことは，狭水道航行においてレーダが非常に使用しにくくなるという現象となる。これは丁度 Center expand をかけた状態と正反対になるので，この場合 Center expand をかければ，歪みは逆となり中心が拡がるので好都合であるが，この方法によつても，船の周囲の至近距離の映像はやはり歪みを持つことになる。ただその極性が逆である違いだけがある。従つてこうした歪み (Hour glass effect—P123 註2，および Center expand による映像の歪み) のため，狭水道航行中に，本船附近の周囲の状況が実際といちじるしく異なり，非常な不便を感ずる。

1—7・2・11 図においては，本船が直島水道を進行中，左舷側は荒神島の突端であるため，進行するに従つて映像は離れて行き，変化を示すが，右舷側は直島の，比較的平坦な岸線を持つ部分を通るため，本船の前進にもかかわらず，何時までも岬の突端から離れずにおるかのような印象を与えている。この突出部は実在するものではなく，鋸歯状電流の非直線性による歪みのためであること勿論であつて，このことはしばしば水路上の本船位置を誤まつて判断せしめるおそれがある。1—7・2・10 図に示したこの附近の海図と比較して見ればそのことが充分了解されるところである。

この半面，PPI の外側においては，中央部におけるものと比較して，映像が寸づまりに表示される現象が多く現われる。レーダ映像を写真によつて判定して行く限りにおいては，当然次項4・5において論ずる「スコープ曲面による映像の歪み」を度外視できないこと勿論であるが，これ以外に掃引線の時間軸の非直線性に原因するものと考えられる歪みは多い。

距離目盛りのよく示されている映像例として 1—2・3・7図，1—2・4・4図，1—2・5・2図などを任意に例として取りあげて見ても，すべて，0浬から5浬までの間の長さと比較すると，10浬から15浬までの間の5浬の長さ，更に25浬から30浬までの間の5浬の長さというものは，円周に近ずくに従つて距離が短かくなつて来ることは実例が示すところであるが，この原因をすべて，4・4において論ずる「スコープの曲面を平面の写真に現わすための歪み」にばかり帰することは出来ないものがある。これはやはり掃引線の非直線性によるものと考えられるが，要するに円周附近における映像は歪みが多く，例えば，1—2・2・5図を1—2・2・8図に，また1—7・2・3図を1—7・2・2図に同寸法拡大法によつて重ね合わせても，映像の周辺においては決して一致しないのが普通である。

筆者も参加して行つた「東京湾のレーダ・チャートの作製」(東京商船大学航海学教室における共同研究。航海学会昭和34年5月30日講演会において発表。作製チャートは水路部において昭和35年4月発行) においては，常にこの問題を処理する必要を生じたことからしてもこのことは証明される。(一部・4 において記述する)

* 東京商船大学研究報告（自然科学）第11号昭和35年9月別冊
** 昭和35年9月自然科第11号別冊に掲載のもの

5. スコープ曲面による映像の歪み—— (The strainn of image which happen in the cause of curvature of scope)

スコープの表面は曲面をなしている。これを眼（仮に点として論ずる）で見るために当然映像は否みを生じて見られる問題がある。このことは映像を写真に取つて論ずる場合も同様である。

この歪みに関しては，次の2項目がある。

(a) 曲面を平面として見るための歪み

(b) 映像を斜めに見るための歪み

見るという目的からすると，理想的な映像面は，目を中心とした球面（すなわち眼の方へ凹面を向けた球面）であることが望まれるのに対して，実際のレーダスコープは眼の方へは凸面を向けた球面になつている。

1例を12インチ（約 30cm）レーダについて検討してみると，スコープ面の曲率半径は約 51cm であり，その球面を外部の方から面の表面より約 28cm （レーダをのぞくためのフードの高さ）離れた所に眼を置いて見ることになる。このことは画面を視角約 56° に見ることになる。従つて，半径51cm，中心角35°（12インチレーダスコープの面の中心角）に対する円孤の長さ L を，半径28 cm，中心角56°の円孤の長さ l に見ることになるわけで，その比率 l/L を計算すると，

$$\frac{l}{L}=\frac{28\times 56}{51\times 35}=\frac{1568}{1785}=0.8785$$ となる。

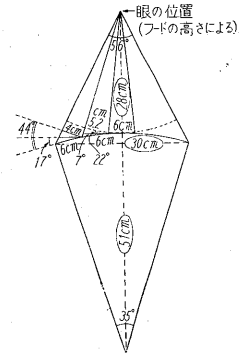
このことはスコープ面の実長 L を，観測者は自分の眼を中心とし，28cm の半径を持つ球内面における0.8785 L の長さの孤を見ると同様に感ぜしめることを意品する。

しかしこのことは，PPI 全面を見る場合の画面の縮小感の問題であつて，映像の各部各部については(b)項の歪みが問題となる。このことは，画面の中心附近においては縮小率は少なく，周辺に至るに従つて縮小率は大になることは当然了解されるところである。従つて実際問題になると，例えば15浬レンジにおいて，中心から5浬までのスコープ上の幅と，5浬から10浬まで，10浬から15浬までのそれぞれの幅は，順々に外側に行くほど寸づまりになるべき筈である。いまこれを12イチンレーダ（直径約 30cm）について，中央の 6cm（中心をはさんで両側に 3cm ずつ），その外側の 6cm，さらにその外側の 6 cm について，レーダ観測時における縮小率を計算してみると次表の通りとなる。

1・5・1 表

	眼と，PPI 中心とを結ぶ線に直角な平面に換算した長さ	その部処ごとに眼に対して直角な面に直した長さ
PPI の中央の 6cm	≒6cm(傾斜角 0°)	≒6cm(傾斜 0°)
その外の6cm	5.6cm(〃 7°)	5.2cm(〃 22°)
最外方の6cm	4.6cm(〃 17°)	4.0cm(〃 44°)

この表から知られることは，PPI を写真に撮影した場合，およびフードを取りつけて眼を1点に固定して見た場合，中心附近で長さ 9 のものは外周附近では長さ4となつて視認され，その中間においての長さに見えるものであることを示す。



1・5・1 図
CRT (Sperry 12″radar) の寸法（○印は Sperry 設計図による）

このことは，あらゆる「レーダ映像と海図の比較装置」{例えば V.P.R. (Virtual PPI reflectoscope とか，N. M.P. (The navigational microfilm projector) とか，A.R.P. (The autofocus radar projecter) および R. C.P (The radar chart projector) など} における，レーダ映像と海図の比較においては，その周辺までを重ね合せることの無意味さを示すものである。従つて，この方法を取る場合には，大体 PPI 中央附近のみを重ね合せ得れば，周辺はその概略を比較する程度に止むるべきである。但し，距離目盛による測距，カーソルによる方位測定の結果に誤差を持つという意味ではないので，この結果たる距離方位を海図上にプロットする方法においては何らの誤差を導入するものではない。このことは，レーダチャートを製作する場合において重要なる意味を持つものであるが，レーダ・チャートの作製の方法については本論文の主目的でないので割愛する。

レーダ映像の誤差とその航海術上の解析

(The errors of the image and the analysis about the navigation)

東京商船大学　茂　在　寅　男

1. 序論 (Preface)

レーダを航海術に利用する上においては，方位の測定と距離の測定が極めて重要なる意味を持つのであるが，これらにはレーダ特有の誤差を導入することは一般に知られている。しかしながら，理論上考えられる誤差というものが，はたして現実にどの程度に現われ，どの程度に支障を生ぜしめるものであるか，また航海術上においては如何なる注意を払わなければならないかということについては一応実験によつてこれを確認しておく必要があるので，次に若干の検討をしてみた。

2. 方位測定誤差 (The errors of bearing)

レーダによる物標の方位測定に際しては，

(1) ビーム幅に起因する方位拡大効果による誤差。

(2) 相対方位指示において船首の振れ (Yawing) による測定誤差。

(3) 船首方向に目標物を把握して船を進めるような場合，船首方向指示用マイクロスイッチの調整不良による誤差。

(4) アンテナの向きと掃引線の向きとの食い違い，すなわち同期誤差による誤差。

(5) アンテナの取付位置によつて生ずる視差による測定誤差。

(6) 船の動揺によつて生ずる傾斜誤差 (Deck tilt errors)。

(7) 映像面の中心とカーソルの中心とに食い違いを生じた場合，すなわち中心差 (Centering errors) による誤差。

(8) 眼の位置が PPI の中心線上，または方位の線の正面にないために生ずる視差に起因する測定技術上の誤差。

などが存在することは一般に知られているところである。

このうち先ず(1)のビーム幅に起因する方位拡大効果については，すでに1—1・3・1図と1—1・3・2図との比較，および5・2などにおいても1部述べたところではあるが，更に1—8・2・1図および1—8・2・2図を示した。この場合，方位拡大効果はビーム幅とスポットの大きさの和の関係にあるが，現在のレーダでは，航海術上においては一応スポットの大きさを無視して，映像がその両端にビーム幅の1/2ずつ拡大されていると考えて差支えなく，3糎波レーダにして4フィートスカナーを使用した場合の普通一般の船舶レーダにおいてはビーム幅2°であるので，例えば1—2・8・1図の場合，この島をカーソルによつて286°ないし300°と測定しても，両端よりそれぞれビーム幅の半分だけ映像に食い込ませた287°および299°をその方位とすれば殆んど誤差はふくまれないのでこれで海図に入る必要がある。また263°，15.5浬の小島の場合は，その中心方位を取る方が最も正確であり，海図においてもその中心方位で位置の線を作るべきである。しかしこの方位による位置の線に関しては，航海術上さらに論ずべき点がある。なおビーム幅の占める実際距離など，本項の関係事項も既に一般に論じられていることはここには割愛する。

前掲各項(2)のについては論ずるまでもない。(3)については晴天の昼間，船首真正面に浮標などの著明物標を見て前進したさいに，船首方向指示線上に正確にその浮標の映像が乗つていることを確かめる必要がある。この誤差を持つていた場合，レーダによつて浮標をねらつて霧中に前進した場合，至近距離になつても正船首に浮標を遂に発見し得なかつた例が多い。

(4)，(5)は極めて小誤差で，(6)は船が傾斜のままでいるときは問題であり，これは例えば横揺れ30°，視方位60°のものには +3.4° の誤差があるという風にその計算値が既に公刊されており，一般に知られている。しかし，(7)の映像面の中心とカーソルの中心とに食い違いを生じた場合の中心差については一般に見過ごされている。例えば1—1・4・2図，1—2・3・2図などは明らかにこの中心差を持つものである。実際にサービスマンがレーダの調節をした後においても，カーソルの中心と映像の中心との間に3mmとか4mm程度の食い違いのあることは気にかけていないけれども，例えばこのレーダで6浬レンジで使用した場合の1浬の物標の方位を測れば実に9°の誤差を持つものである。このことは当然平面三角法によつて求められるものであるが，一応計算してみた結果は次表の通りである。（最大値を示す）

2・2・1 表　12インチレーダにおいて使用レンジRの場合の中心差

離心距離	R/6	R/3	R/2	2R/3	5R/6	R
2mm	4°31′	2°16′	1°30′	1°08′	0°54′	0°45′
4mm	9°04′	4°31′	3°01′	2°16′	1°48′	1°30′
6mm	13°40′	6°47′	4°31′	3°23′	2°43′	2°15′
8mm	18°23′	9°04′	6°02′	4°31′	3°37′	3°00′
18mm	23°12′	11°22′	7°33′	5°39′	4°31′	3°45′

航海術上において物標の方位誤差において1°程度の存在を問題にするのであるから，映像の電気的中心を決定する調整において，機械的に決定されているカーソルの中心に一致せしめる努力は充分に払う必要があり，離心距離2mm程度さえ許せないものであることが理解出来る。

つぎに(9)にあげた視差についてであるが，これはCRT表面と，カーソルとの間に間隙があるために，眼を置く位置によつて生ずる視差のための方位誤差であつて，昼間におけるレーダ観測においては，CRT 上面にフードをかけ，眼の位置を決定されるため，眼はいや応なしに画面の中心に置くことになるが，夜間において，レーダのフードを取りはずした場合，不注意の観測者は，任意の方向からレーダの映像をのぞいて，物標の方位をカーソルによつて測定しようとするために誤差を生ずるのであつて，機器を改良することによつてこれを解決するためには，機械的方法によるならば，カーソル面はCRTの面に密着した曲面で滑り動くようにすればこの視差を最小にできるし，電気的にCRT 内に方位の線を映像として表示するのも一方法であると思われる。

しかしながら1例をスペリー・マリン・レーダについてこのことを調査し計算してみたところ次のような結果となつた。

カーソル面と，CRT 面との間隙は，画面中心において3.5mmで外周において最大となり26.9mm あつた。これによつてある観測者が，スコープの前に立ち，スコープの中心から立てた垂線に対して30° の方向に自分の眼を位置した場合について計算してみると，視差の最大の方向は当然離心方向に対して直角の方向の測定の場合であるので，レーダをレンジRにおいて使用した場合，中心から(1/6)(R) ごとに視差の値を計算してみたら次のようになつた。

2・2・2 表　視差による方位誤差量の1例

中心からの距離	(1/6R)	(2/6)R	(3/6)R	(4/6)R	(5/6)R	R
視差による方位誤差	3.6°	3.8°	4.0°	4.4°	5.1°	5.8°

この表から知られることは，レーダ観測に際して視差による方位誤差は案外に大きいということである。従つて観測に当つては正確に眼をCRT の中心垂直線上におくことが極めて重要であることを知らされる。

以上8つの原因の中から，特に未検討だつた問題について検討したのであるが，実際の方位測定にあたつては，これらの諸原因が重なりあつて現われるのが普通であり，このため，方位による位置の線は，測距による位置の線より若干落ちるものといわなければならない。

3. 測距誤差 (The errors of distance)

測距に際して伴なう誤差については，映像の距離拡大効果が原因していることは一般に知られている。すなわち，映像はその深さの方向すなわち PPI の中心より外方に向つて，目標物の有効反射奥行き，送信パルス幅および CRT のスポットの大きさの和の長さをもつて現わされる。

しかしながら，これについては，航海術に利用する上において充分な検討をなす必要があるのでこれを行つた。

先ず，スポットの大きさを在来のレーダの場合の直径1mm とした場合について考えて見る。この寸法は，レンジを切りかえても常に変化するものでないため，映像面上においてこれが占める距離は大体，2・3・1表に示した通りとなる。

2・3・1 表　12インチレーダにおいて，スポットの直径を1mmとした場合，映像上においてこれが占める距離

レンジ0.5浬	1浬	2浬	6浬	15浬	30浬
6m	12m	24m	72m	182m	364m

勿論これは，CRT が改良されて，スポットの直径が0.5mm 位にまで絞られるようになつて来て，この精度は更に上つて来たが，一般に普及されているレーダについてここでは論ずることとする。

つぎにパルス幅は普通 0.25μsec であるから，これを距離に換算してみると75mに相当する。従つて0.5浬レンジの場合の映像の距離拡大効果は75+6=81m となる。これが最新のレーダのように，CRT の直径が0.5mm，パルス幅0.1μsec というようなものの場合においては30+3=33mとなる。

これらを計算してみると2・3・2表のようになる。

この表によつて知り得ることは，たとえ奥行きのないこちらむきの平面の映像でも，それは使用レンジに応じて相当な厚みを持つたものとなることを示している。1例を6浬レンジに取つて検討してみると，その平面の実際位置から本船側の方へは72/2=36mだけ膨張し，外方に対しては75+36=111m だけ膨張することとなる。従つて映像の占める奥行き距離は111+36=147mでこれは

2・3・2表　距　離　拡　大　効　果

条件＼レンジ	0.5浬	1　浬	2　〃	6　〃	15　〃	30　〃
I　スポット直径　1mm パルス幅　0.25μsec	71m	87m	99m	147m	257m	439m
II　スポット直径 0.5mm パルス幅　0.1μsec	33m	36m	42m	66m	121m	212m

2・3・2表と一致すること当然である。これに対し，実際に測距する場合は可変距離目盛りをあてて測距するのであるが，これは実験結果によれば，この距離目盛も幅65米の距離を占めることは1—4・2・2表ですでに示したところである。これも厳密にいうとその中央が真実の線になるわけであるから，もしこれを映像の中心に重ねて測距したとしたら，目標物よりパルス幅の1/2だけ遠く，すなわち75/2=37.5mだけ遠い値をもつて測距値としてしまうことになる。

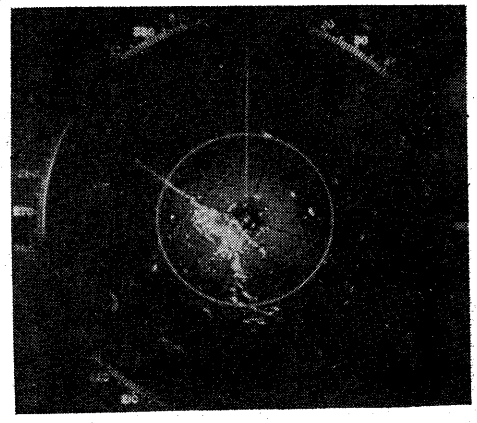
ここで観測者が，映像の最内端に可変距離目盛りが丁度乗るようにして測距したとするならば，物標の真位置は映像内端より72/2=36mだけ外側にあるのに対して，可変距離目盛の中心位置は，映像内端より65/2=32.5m外側であるので，数字通りにいうと，測距誤差は36−32.5=3.5m だけ近く測定する結果となるがこれは航海術上無視できる精度である。

つぎに，同様の方法によつて15浬レンジについて検討してみると，可変距離目盛りを，映像の中央に重ねて測距した場合には，パルス幅の1/2だけ，すなわち37.5mだけ遠い測距離となるのは前と同じであるが，映像の最内端に可変距離目盛りを重ねて測距した場合は，物標の真位置は，映像の最内端より182/2=91m だけ遠くにあるのに対して，可変距離目盛りの中心位置は，139/2=69.5mだけ遠くにある。従つて91−69.5=20.5mだけ近く測距することになる。この場合においても映像の中心に重ねて測距したときよりは，内端に可変距離目盛りを重ねて測距した方が遙かに測距誤差は小さいことを知る。

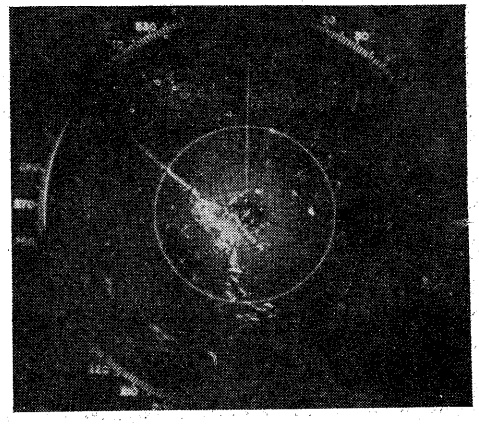
30浬レンジにおいては，すでにこれほどの精度要求は勿論なく，可変距離目盛りもないので問題外である。

以上のほかの重要なることとしては，目標物が奥行きのない平面である場合は殆んどなく，必ず幾分なりとも有効反射奥行きを持つているということ，および，航海上のすべての障害物の測距値は，もし誤差があつたとするならば遠すぎる誤りよりは，近すぎる誤りによつて警戒心を持つ方が安全度が高いという原則も考えて，「物標までの距離（正確には物標のこちら側の面での距離）を測る場合には，漠然と映像の中央に可変距離目盛りを重ねることなしに，映像の最内端に可変距離目盛が丁度重なるようにして測距するよう航海者は習慣づけるべきである」と結論することができる。

なお技術において，例えば天測において六分儀内で太陽を水平線に接せしむる場合，不馴れな者は殆んど全部の場合，太陽を水平線に食いこませるため，測高度は実際高度よりも高くなりすぎるのが普通である。理論からいつても太陽の円と，水平線の直線の接点とは1点であるべきであるのに，実際に測定するときには，ある長さをもつた線で接せしめようとし勝ちである。このことからしても，むしろ，可変距離目盛りを映像に内接せしめる程度にして測距することを提唱したい。



2・3・1図　誤つた測距法



2・3・2図　正しい測距法

2・3・1図および2・3・2図には，筆者がセレベス島マカッサル港において行つた実験例を示した。海図上において小さな島が，映像上においては比較的大きく現われ

ているのは距離拡大効果および方位拡大効果による影響であること勿論である。同図は15浬レンジにおいて，7浬丁度の距離にあるこの小島が，この上図の方法では 7.2浬，下図の方法では7.0浬であつた。結果からいつてもわかる通り，映像においてこれ程大きく現われているものの，実物は遙かに小さなものであることに注意しなければならない。

漁業を電化する FURUNO

フルノ・オートロラン受信機の特長

- トランジスタ方式ですから小型で軽量です。
- 自動同期ですから主・従局とも信号がペデスタルの端に自動的に正確に停止します。(特許)
- 時間差計数は独自の電子計数方式であり10μSまでの時間差測定値はそのまますぐ計数表示管に指示されます。(特許)
- 機械部分をもたないため機械的な騒音と故障がありません。

トランジスタ

オートロラン受信機

フルノF－TLR－T6型

古野電気株式会社

東京都品川区五反田町1～423
神戸・西宮・長崎・下関・八戸・札幌

ヨーロッパの旅

鮫島直人

ベルリン

同じ車に，二十才前後の娘さんと，そのお母さんにしては一寸若すぎる人と，二人並んで前の座席に居たので，勇を鼓して話しかけてみた。

実は昨日からあちこちと探ね歩いたが，見つからなかつた三十年前の知人の消息を知りたい一念である。日本ならば，区役所などで聞けば見当がつくが，ベルリンではどこで尋ねたらよいかを聞きたかつたのである。

ベルリンで生れて，今はボンに住んでいるというこの娘さんは，

「そういう名前の人ならば，今ロンドンに住んでいる方を知つています。しかし夏の間はオーストリヤに居るので，そちらに手紙を出してみてはいかがですか。きつと親類かも知れませんね。」

たまたま乗つた観光バスで，同じ姓の人を知つていて，そのアドレスを教えてくれるとは，これはついているのではないか，きつと彼女と会えるかも知れない。しかしあれから三十年，もう彼女もグランドマザーになつて，孫があるかも知れないが，兎も角そのアドレスを写して，早速手紙を書くことにした。

クルフルステンダムの通りは，昔ながらの賑やかさである。あの大通りの真中にあるカイザー・ウィルヘルムメモリヤル・チャーチは，爆撃を受けたままにして，まだ復旧してないのは，何か考えがあつてのことではあるまいか。しかし町は歩道にもカフェーのテーブルが一ぱい並んで，にぎやかである。

ベルリンで戦前から知られていた百貨店K・D・Wは，今も盛んで人の出入りも多い。しかし昔はもつと中がきれいで，大きかつたように思われるのは，若い時の記憶のためであろうか。小さい時に行つた母の里の家は大きく，道も広かつたのと同じかも知れない。あとでロンドンに行つてからも，これと同じ感想を持つたことが，いく度かあつた。

今度のベルリン訪問は，東西封鎖の危機以前であつたから，東ベルリンも見物することができた。ブランデンブルグ凱旋門が東西の境界になるので，ここで皆バスを降ろされて，検問所のような所に入れられた。しかしここでは別にむずかしい調べもなく，平服の人が，東ベルリンの良さを一くさり説明して，案内書や絵葉書を売りつけていた。今日の観光者の中には，遙か日本からの紳士も見えているようであるなどと，中々御世辞たつぷりで愛想がよい。実はパスポートでも厳重に調べられるのではないかと，ふところにしつかり入れていたのだが，案外だつた。

東ベルリンは，伝え聞く通りまだ復興がおくれていることは事実である。第一人通りもずつと少ない。その昔最も豪華であつたウンターデンリンデンの大通りは，全くその面影もない。特に印象深かつたのは，大戦記念公園で働いている労働者の中に混つて，女の人がたくましく，男に勝るとも劣らない働きをしている姿で，さすがに共産圏だと思つた。

ベルリンに着いたのは，5月11日の正午頃，羽田を発つたのは，その前夜の九時。東京から博多まで行く位の時間であつて，欧州も実に近くなつたと思う。しかし欧州から日本を見るとやはり遠い。政治，外交，社会等を

クルフルステンダムの大通り

見ても，そのような気がする。欧州における一般の人々の東洋に対する感じも，きつと同じではなかろうか。

国際航法会議

西独デュッセルドルフは，ノールドライン・ウェストファーレン州の首都で，その昔は選挙侯ヤンウェレムの居城のあつたところである。今度の航法会議の開かれる前夜，市長招待のパーティーが催されたのも，昔の居城シュロス・エーガーホフであつた。

デュッセルドルフは，このように古い由緒ある優雅な都である。美しい花壇のある庭園や，リンデンの緑濃い大公園ホフガルテンは，日曜日など市民の憩いの場所として，散さくする人が多い。またこの町で生れた詩人ハイネの記念図書館などもある。

今はまたルール地方の最も重要な産業都市として，航空路や鉄道の中心にもなつている。遠く源をアルプスに発しているライン河は滔々と流れてこの町を洗い，ロッテルダムへと注いでいる。そしてオランダ籍の大きなバージが，忙しそうに沢山河を上下しているのが見受けられる。わが国の主な商社は，三井，三菱を始め皆ここに集つていて，日本郵船の駐在員も今ではロッテルダムを引揚げてここに移つてきているほどである。

三日間にわたるナビゲイション会議の会場には，戦後新しく建てられた立派な学術会館が当てられた。人口66万といえば，横浜や神戸の半分位の都市であるが，こんな中都市で，このように完備した講演会場は，日本では見当らない。大講堂は五百人ばかりはいれて，照明，映写，マイク，そして各自の椅子にはイヤホーン等の設備があつて，英独仏の同時通訳が聞かれる。この外に中小講堂やディスカッション・ルームがあつて，第一日の午後からは海と空とに分れて，講演やディスカッションが行なわれた。参加国は15カ国で，参加者の数は420名位，夫人同伴の人もあつたが，欧米の学会では別に珍らしいことではなかろう。

会期を通じて，色々な知名の士に会うことができた。英国航法学会のアンダーソン会長は，写真では知つていたが中々スマートな英国紳士である。市長招待のパーティーの席で専務理事のリチー氏を紹介してくれた。英国の学会誌には二，三回寄稿したことがあるので，リチー氏とは手紙の上では数年来の旧知であるが，会つて見て意外であつた。相当年輩のかたくるしい紳士を想像していたら，まだ独身で四十才前後の気さくな人であつた。

キャプテン・ワイリーといえば，大方の読者は御存じのことと思う。レーダについての名著があり，また多くの論文を発表されているが，欧州における電波航法関係の会議や委員会等に，同氏の名前を見ないことは無い。今度の会期中も特別講演をしたり，座長をやつたりして，中々忙しそうであつた。後日ロンドンに行つてからも，RASの事務所を訪問して，色々話を聞く機会があつたが，そのとき丁度本誌の第一号が届いたところで，御世辞かも知れないが，中々立派な内容だとほめてくれた。

右　キャプテン・ワイリー
左　リチー氏

先年来日したことがあり，そのとき本会の有志で一夕を共にしたフランス航法学会の専務理事ユーゴン氏にも会つた。森田前会長の噂をしたりして，彼の車でホテルまで送つて貰つたこともあつた。

ドイツの電波航法学会の理事長ゼネラル・マーティニ氏は，小柄で如何にも几帳面な，誠実な感じの老人である。デュッセルに着いたその日の午後，学会事務所を訪ねて打合せをしたのであるが，遠方からの参加を大変喜んで，市長主催のパーティーや，ライン河畔の昼食会，解散コンパ等に招待の案内をしてくれた。何でも同氏の兄弟の一人が，昔日本に駐在していたことがあつて，富士やまや，日光などのこともよく知つていた。別れに際しては，記念に同氏のサインした本を一冊贈つてくれた。

今度の会議については，一切の準備や進行は同氏によつて運ばれたもので，その労は大変だつたろうと思われる。丁度この稿を書いているときに，英国の航法学会年次報告が届いたが，今度彼が英国の学会の名誉会員に選ばれたことが載つていた。玉室のエジンバラ公始め，サー・ワットソン・ワット等僅かに9人しか居ない名誉会員の中に，外国人として選ばれたのは，米国のサムュエル・ヘリック博士の次に，彼が二人目で，これによつてもその人となりがうかがわれよう。

三日間の会期中は，講演やディスカッションの外，数回のパーティーもあり，なかなか気ぜわしく，頭のしんが疲れたが，愈々すべての行事が終つたときはほつとした。そしてその夜は，岡田さんや丹羽さんと一緒に，ミュンヘン・ビールのコップを大いに傾けた。一酔解千愁，三杯通大道。これはある中国料理店のコップに書いてあつた文句であるが一寸気に入つたのでそのコップは貰つてきて愛用している。

ライン下り

戦前ヒットラーによつて作られたアウトバーンを 140 キロ位で飛ばして，フランクフルトから約一時間半で古い小さな町ハイデルベルヒに着いた。

エッテンビュールの丘の上にあるハイデルベルヒの古城は，初め13世紀に建てられ，その後ライン選挙侯の居城として修築拡張されたものであるが，今は古色蒼然として緑の樹木に掩われている。ここの地下室にある酒樽が有名で，それを見るにはまた別料金が取られ，なおお金を出せば飲ましてもくれる。

この古城趾の展望台に立つと，ネッカの清流に臨んだハイデルベルヒの町が一望の下に見渡され，緑の中に赤い屋根，白い壁が散在し，川に浮んで動くとも見えぬヨットの白帆も美しい。

丘を降りて，アルト・ハイデルベルヒで知られたハイデルベルヒ大学をおとずれた。大学は町の真中にあつて左程大きくはないが，その歴史は古く有名で，今も日本人留学生が沢山居ると聞いている。ここの地下室には，ハインリッヒとケティのロマンスが語られたバーがあると聞いたが，時間が無かつたのでまたフランクフルトへと引き返えした。

フランクフルトにあるゲーテ誕生の家は，戦災でこわされたので，また昔の通りに再建して，公園にある彼の銅像と共にこの町の名所の一つになつている。ここから汽車で約一時間の所に，ライン下りの遊覧船が始発するマインツの町がある。船は千屯位の外輪船で，食堂その他遊覧船としての設備はなかなか立派である。

ラインの川は曲折が多く，またところどころに島があり，流れは早い。その中をオランダ籍のバージが往き来している。また形の変つた漁船が，網を干しているのも珍らしい。両岸には，ラインワインの名で知られているだけあつて，ぶどう畑が多く，また丘の上や島には，古い城塞がよく見受けられる。案内書にはそれらの名前や由来が書いてあるが，昔はこの川を挟んで幾度か戦いが行なわれたことであろう。そしてこの古城趾には，昔の栄枯盛衰の物語が沢山秘められているに違いない。

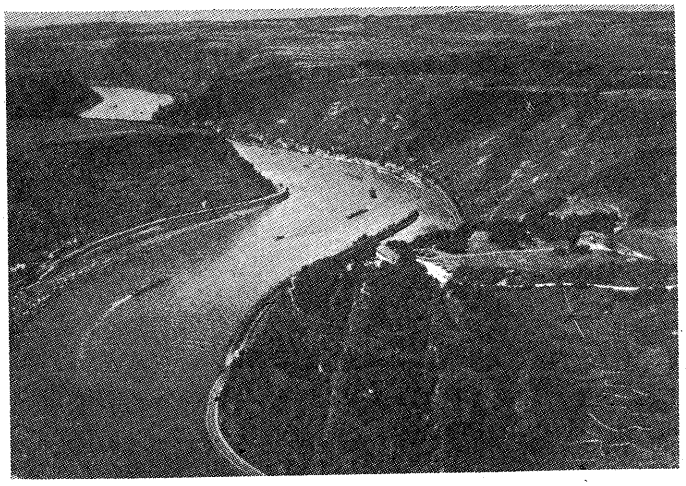
そんな感慨にふけつている間に，船は次第に川を下つてローレライに差しかかつた。

「なじかは知らねど，心わびて……」

若かりし頃よく歌つたこのハイネの詩から，巌の上に立つて丈なす金髪を清流にすすいでいる美女の姿が浮んできた。そしてまたローレライロック近くに舟が来ると，丘の上から女の美しい唄声が聞えてきて，船頭は舵を取るのを忘れて舟はついに針路を誤まり，川底に吸い込まれたという物語を思い起こした。

しかし今度の川下りでは，そんな船唄も聞えてこなかつたし，また金髪の美女も居なかつたので，無事に通過することができたのは幸いであつた。

船の上で飲んだ豊醇なラインワインの方が，ローレライよりもよかつたといつては全くつや消しで，詩情を解せぬ野暮な男といわれそうだから，これはあまり大きな声では言わないことにしている。



ロ　ー　レ　ラ　イ

マッタホルンへ

南極探検に由緒ある帆船ディスカバリー二世は，今ではテームズ河畔に繋留されて，一般の参観に供されている。たまたまここを見学しているとき，丹羽さんに偶然出あつた。ヂュッセルドルフで別れてから一カ月目である。

久し振りに会つたので懐かしく，一緒にトラファルガ・スクェヤに出て，お茶を飲みながら色々話を聞いたが，丹羽さんはスイスのマッタホルンに登つてきたという。マッタホルンの方がユングフラウよりも雄大であると友人に聞いたので，そちらを選んだということであつた。ユングフラウには，私も昔来たとき登つたことがあるので，今度は丹羽さんにマッタホルンに行く道順をくわしく聞いておいた。

一カ月近いロンドン滞在の日程も終り，日本郵船の熱海丸で愈々帰国の途についたのであるが，船が北欧の最終寄港地ハンブルグに着いたとき一旦下船して，船がマルセーユまで行く約一週間の間に，スイスや南仏を見物してマルセーユで船に追い着くような旅行計画をたてたのである。

ハンブルグから乗つた飛行機は，ルフトハンザ航空のボーイング・ジェット機で，ニューヨーク行きの大型機であつた。ローカル線よりも遠距離線の方がサービスがよく，食事にはワインが付いているし，乗心地も快適である。途中フランクフルトで乗

替えて，チューリッヒに着いたのが，午後三時頃であつた。

その翌日，アルプスのツェルマットの町へ行くために，昼近くの汽車に乗り込んだ。スイスの汽車は正確であると聞いていたのに，案に相違してバーデンで急に乗替えさせられ，時間もおくれてベルンの乗替えに間に合うかと心配した。スピーツを過ぎてからは山嶽地帯に入り，渓谷の間を縫つてトンネルが多い。愈々アルプスに踏み入つたという感じである。

ブリッグの駅に着いたのは，予定よりもおくれて午後の四時頃，ここはツェルマットへの登山電車の始発駅である。三輛連結の小さな車輛だが，ぐんぐん登つて行く。途中の渓谷を通して見え始めた白雪のアルプスが珍らしい。電車の中には，他国からの観光客もいるが，スイスの女子高校生らしい修学旅行の一団が，歌を合唱したりして，とても楽しそうであつた。

今日の目的地ツェルマットの終着駅に着いたのは夕方の七時頃，夏の日足は長いのでまだ明るかつた。この町は高さが2,000メートル近くで，もうここまでは自動車も登れない。駅の前にホテルの客引きや，馬車が並んで客待ちしているのは，山らしい風情である。御者の服装がまた変つていて，緑のズボンに赤い帽子をかぶつた少年御者の格好がとても可愛い。

町はほとんど観光客のためのホテルか，土産物屋であるが，それでも夕方になると，牛や山羊が首輪につけた鈴を鳴らしながら，牧童に追われてぞろぞろと家路に帰る有様は，アルプス特有の風景として忘れられない。

翌朝は早起して，また次の登山電車に乗り山に向つた。途中窓の左右に見えるアルプス連峯，脚下に見えるツェルマットの町，木の間がくれに見えるマッタホルンの雄姿，すべてがすばらしい景色である。

終点ゴルナグラート駅は，標高3,130メートルで，夏ではあるが雪が残つていた。ここはホテルが一軒あるきりで，小高い展望台から見た景色はまさに絶景である。鋭いマッタホルン（4,477m）の頂上は指呼の間にあり，その左にはモンテ・ローザ（4,634m）がそびえ，右には雄大なアルプスの連峯がパノラマのように展開している。また脚下には大きな氷河がゆるやかな曲線を描いて，まわりくねつているのが見える。

飽かぬ山上の眺めをほしいままにし，また携えたカラー・フィルムにこれらを収めて，午後ツェルマットのホテルに引き返えした。そして土産物屋で，記念に牛の首につける鈴を一個と，家兄にツェルマットと刻んである山のステッキを一本買い求めた。

マッタホルンの雄峰

南仏の海岸

イタリーからパリーへ直通の国際急行列車を利用して，スイスでの最後の町ジュネーブに出た。レマン湖の水がローヌ川となつて流れ出るところにある美しい国際自由都市である。チーズ料理ラクレッテは，フランスに近いこの地方の名物で，ポテトをチーズでねつて作つた柔かい餅のようなもので，大変おいしかつた。

ここからエール・フランスのカラヴェラ機で南仏のニースに飛ぶ。マルセーユに出る道順である。真白い雪に掩われたアルプス連山の上を飛び，高度8,000メートルの機上からの眺望は壮観である。写真を撮りたかつたが，出発の時間ぎりぎりに乗込んだので，窓ぎわの席が取れなくて，残念ながら写せなかつた。

ニースの空港に降り立つたとたんに急に暑くなつて，上衣を脱ぎ手に持ち替えた。南欧の夏だけに空も明るく，樹木の色も違う。すべての色彩が強くて目がまぶしい。

ニースといえば，南仏で最も名の知られた保養地で，有名な映画人などの遊ぶ所，われわれ庶民の泊るようなホテルがあるかしらと心配したが，それにはピンからキリまであつて，丁度恰好の宿に落着くことができてホットした。

さすがに海岸のプロムナードの風景は，目もくらむばかりで，各国の人種が，色々な服装で歩いている。海辺にはビキニスタイルで大勢日光浴をしている。貸マットレスもあつて，甲羅干しするのにからだが痛くないような設備もある。プロムナードに並べてある椅子にもびつしり人が腰かけて，太陽を一杯浴びながら，辛抱強くじつとしている。突然来たばかりの旅人は，このような強烈な色彩と雰囲気にとまどつて，カメラをまともに向ける勇気はなかなか出てこなかつた。

モナコはこの町から汽車で僅かに30分のところにある。折角ここまで来たので，グレース・ケリー皇后に敬意を表したいし，またそ

ニ　ー　ス　の　海　岸

のすぐ隣りのモンテカルロのカジノで一もうけしたいと思つて出かけてみた。実は家に飼つているめす猫の名がケリーで，それは迷い子を拾つて育て，皇后にあやかつて名づけたものであるが，今では名実ともにわが家に君臨して，人間共をかしづかせている。

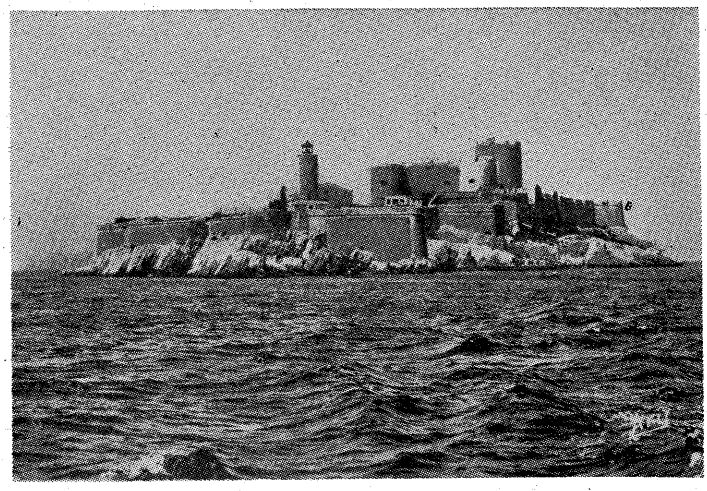
モナコの小さな港，ヨットハーバーには，各国のきれいなヨットが，大小さまざま繋がれている。中にはロンドン船籍の百屯ばかりの大型ヨットもいたが，所有者はどんな人であろうかなどと，よけいなことまで考えたりした。日本の有名人では森繁ぐらいで，金持ちは自動車は何台も持つていても，ヨットを持つている人をあまり知らない。

モナコは国際水路局のあるところ，ここにも訪問したかつたが，熱海丸のマルセーユ出帆の日が迫つていたので，果せなかつた。この五月にここで開かれる国際会議には，茂在君が出席する予定になつているので，その時は有益な土産話があるだろう。

モナコからマルセーユに向う汽車の沿線リヴィエラ地方は，相模湾や駿河湾の海岸のような所で，有名な保養地が多い。映画祭でよく聞くカンヌなどもその一つであるが，ニースよりも小さな町である。

マルセーユに着いてすぐ代理店にかけつけたら，熱海丸の入港は二日おくれて，まだ着いていないという。それでノートルダムや，モンテクリスト伯で知られたシャトー・ディフも見物できることになつた。

フランスはどこの町に行つても，歩道にまではみ出して並べてあるテーブルで，皆コーヒを飲んで楽しんでいる。マルセーユの旧港の近くのカフェーに，品のよい日本の老人が，こちらの生活に馴れきつた様子で一人静かにテーブルに腰かけているのを見た。それが今度熱海丸で同船して帰国する新井さんという人であつた。



シ　ャ　ト　ー　・　デ　ィ　フ

新井さんは，第一次大戦直後から欧州にずつといた人で，若い時には飛行機の操縦士をやり，後にドイツの女優と結婚して，当時はかなりはなやかな生活をしていたらしい。しかし奥さんが早く亡くなつて，その後はパリーで暮していたが，すでに老齢になつたので，45年振りに日本に帰るところで，今様浦島太郎というわけである。

フランス馴れのした連れができて，欧州最後の港マルセーユの見物も楽しくすまし，愈々熱海丸に乗船して，一路日本に向うことになつた。（電波航法研究会会長）

ニュース

新製品紹介

マイクロ波コースビーコン装置

日本無線株式会社

1. 概　　説

近年船舶の航行の安全のために電波の利用が盛んに行われて来たがコースビーコン装置はその内のマイクロ波の電波を使つた最も簡単な電波燈台の一つである。これは主としてレーダを持たない小型船舶のためにその出入

伏木港ビーコン送信機取付状況

港の際の航路を明示する様考案されたものであり，小型船舶等が小型軽量でしかも価格の安いコースビーコン受信機を利用するだけで，荒天や濃霧などで光の燈台が利用出来ない時に航海の安全を確保する事が出来，用途として次の様な目的に利用出来る。

(1) 港湾の出入航路，水路等の明示

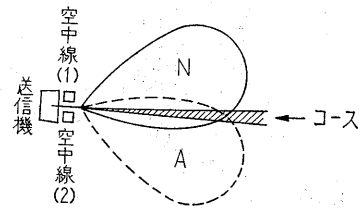
(2) 岩礁，浅瀬，漁網等障害物のある海域の安全航路の明示

(3) 狭水道航路の明示

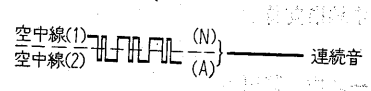
昭和36年3月に富山県伏木及び新湊の二つの無線方位信号所が海上保安庁によつてマイクロ波コースビーコンの実験局として開局された。また来年度の計画として更に北海道稚内及び岩手県大船渡に設置される予定である。

2. 動作原理

コースビーコン送信機は2個の空中線を有し交互に電波を発射する。空中線はマイクロ波を使用しているため小型であり，かつ特殊な指向特性を有している。両空中線からふく射される電波の概要を図示すると第1図に示す様なパターンであり空中線(1)によるものと空中線(2)に



2・1図



2・2図

よるものとが非常に狭い角度範囲で重ねあわされている。今一例として空中線(1)に送信機出力がモールス符号N（－・）の割合で加えられたとすると交互に空中線を切換えているので，空中線(2)には当然モールス符号A（・－）の割合で加えられる。これを図解したのが第2図であり，両空中線の出力を同時に受信すれば明かに連続音となる事が分る。今連続音の範囲だけを船のコースの範囲と定めておけば，船はこの信号音をききわけてコースを逸脱する事なく安全に運航する事が出来る。又符号はA－Nに限つたわけでなくU－D，V－Bでも出来るし，又パルス変調周波数を変える事により音色を変える事も自由である。

3. 運用方法

第3図の写真に示す様に小型低廉のビーコン受信機を船に搭載し操船者はこれより発生される音声出力の符号，音色等を聞きわけて操船する。音声出力はイヤホーン又はスピーカで聞く事が出来る。又受信機を回転せしめて得られる最大音のビーコン局の方法を示す事にもなるので海上に概略の位置線を引く事も可能である。受信機の使用可能の距離範囲は天候により左右されるが普通10浬以上に達する。

4. 規　　格

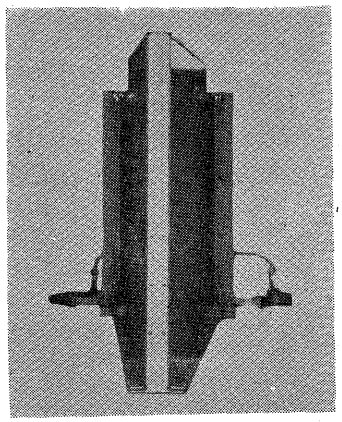
4.1 送信機

送信周波数　9310Mc

±0.2%

尖頭出力　7kW以上

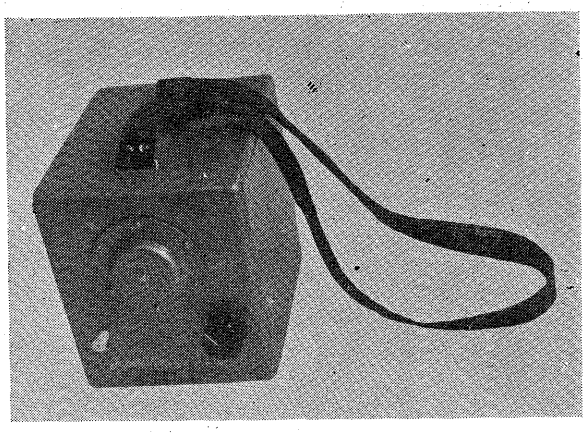
パルス巾　1μS



第3・1図 送　信　機

空中線指向特性　水平約60°
　　垂直約 4°
コース巾　1°以下
繰返し周波数　伏木　700PPS
　　新湊　1000PPS
切換符号　伏木　A—N
　　新湊　U—D
符 号 数　伏木　40符号/毎分
　　新湊　50符号/毎分

4. 2 受 信 機



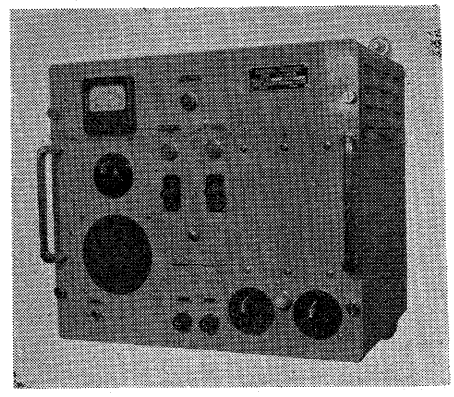
第3・2図 発　信　機

受信方式　クリスタル検波ビデオ増幅方式
最小受信電力　50dbm以下
低周波出力　約200mW
　　スピーカー又はイヤホーン
減 衰 器　45db, 35db, 25db, 3 段階
低周波特性　300c/s～5000c/s に於て −6db 以内
使用電源　1.5V（単一）乾電池 4 個内蔵
寸　法　巾150mm
　　高さ194mm
　　奥行202mm
重　量　1.2kg以下
そ の 他　肩掛用紐付

なお受信機の仕様については更に海上保安庁で実験検討中であり近く決定される予定である。

東芝警急自動受信機（オートアラーム）

ZS—1955B 形型式検定合格番号A第2057号　東京芝浦電気株式会社



東芝警急自動受信機（オートアラーム）
Z S—1955B形

概　要

本機は，500kc の警急信号の連続した 4 長点を受信した際，自動的に警報を発する警急自動受信機であつて，海上人命安全条約および電波法にも合致し，郵政省の型式検定試験に合格した，高級船舶用トランジスタ式オートアラームである。

動作概要

受信部は，492～508kc/s の固定同調で，真空管 3 段の高周波増幅部とトランジスタの低周波増幅部，スピーカ用トランジスタ電力増幅部，低周波を更に検波して長点の間だけ選出部に信号を送る部分からなり，信号強度によつて動作する速動ＡＧＣと，選出部の動作によつて働く遅動ＡＧＣとを併用して，100μV から 1V までの信号により，雑音の多い場合にも有効に動作する。

選出部は長点が 3，5 秒～6 秒，間隔が 0.01～1.5 秒のときに計数し，長点が 3，4 秒以下，6.2 秒以上，間隔が 1.6 秒以上のとき計数しないだけでなく，それまで計数されたものをもとに戻す。連続したコの長点が計数されると，ベルを鳴らして警報する。

試験用発振機を自蔵しており，パネル面のテストキー

又は自動電鍵装置によりキーイングをおこなつて本機のオートアラームとしての点検が可能である。

故障警報回路を有しており，ＡＣ電源の断，真空管ヒータ断のように，オートアラームの機能をそこなう故障の発生の際にもベルを鳴らす。

構　　成

構成は下表の通りである。

受信選出部	ＦＳ—5497Ｂ	1	22kg
電源部	ＤＧ—2728Ｂ	1	9kg
警報ベル	ＦＳ—5498Ｂ	3	3kg
付属品	点検用ケーブル		
	プリント基板用	1	
	受信部用	1	
	本体—電源部用	1	
	装備用ケーブル		
	本体—電源部用	1	
	受話器	1	
予備品		1式	
試験成績書，取扱説明書		各3部	

所要電源と外部配線

ＡＣ	100Ｖのとき	約1Ａ
（ＡＣ	200Ｖのとき	約0.5Ａ）
ＤＣ	24Ｖ	約0.7Ａ（ベル動作時）

常時にもＤＣ電源で働かせることもできる。このときにはＡＣ電源は不要である。

ＤＣ	24Ｖ	約3.0Ａ

本機の外部接続はＡＣ，ＤＣ入力電源，空中電，接地ノベル，ブレークインリレー，自動電鍵等の接続である。

安立電氣株式會社

主要営業品目

般送電信電話装置・電信電話中継装置
電話機・電話交換装置
商船漁船用無線装置・陸上用無線装置
固定移動用超短波電話装置・無線送受信機
通信用測定器

本社　東京都港区麻布富士見町39　電話東京(473)2131(代)2141(代)
厚木工場　厚木市恩名1800　電話厚木1090～4
神戸営業所　神戸市生田区栄町通5—19　電話元町(4)3616(代)
出張所　下関・戸畑・福岡・長崎・札幌

海外資料

M. P. F. S. について

(マイクロ波位置決定方式 Microwave Position-fixing System)

(Supplementary Paper 2 to special publication 39, Radio Aids to Maritime Navigation and Hydrography, I.H.B. Monaco, Nov. 1960)

落合徳臣 抄訳

1. 概　　要

M. P. F. S. はカナダ技術研究会議により，近距離および中距離用として開発された水路測量用器材であつて現在なお実用試験中であるが，マイクロ波を使用した一種の方向探知機であつて適当に配置した3カ所の海岸局より出す電波の方向を測定することにより自船の位置を決定する方式である。測定精度高く従来使用している六分儀の精度に匹敵するものであり，その有効測定範囲は視程距離以内である。

2. M.P.F.S 研究の経過

この方式は船用レーダが航法用として商船に取り付けられると間もなく，曳船，漁船などのように小形でレーダを装備できないものに対し，何か適当な無線航法装置はないかと，カナダの技術研究会議 (National Research Council) で研究した結果，開発された方式である。最初のものは海岸のそば，例えば燈台または防波堤というような所に小型の 3cm パルス送信機を設け，船が近接すると思われる方向の全部に対して電波を放射するようにした。船に積む受信装置の方は小型レーダ・アンテナ（パラボリックシリンダー型）の背面にケースを設け，その中に受信機を収容するようにした。受信機はクリスタル検波器とトランジスタ化された低周波増幅器（受話器または拡声機を作動させるため）とよりなる。受信機を手で持つて，またはペロラスの上部にのせてアンテナを水平面内に回すようにすれば，海岸局の方向を測ることができるわけであるが，信号は僅か6度の円弧にわたり聞えるだけであるので方向精度は±1度以内であり，有効距離は視程距離までである。しかし試験した大部分は電波が地球の曲面に沿つて伝搬（対流圏内のトラッピング）するために有効距離は視程距離の幾倍にも達している。

方式として大体成功したのでその後指示方式をＣＲＴ表示方式に改良して，3カ所に設けた海岸局の方位が迅速にまた正確に観測できるようにした。10吋のＣＲＴを使用して円形掃引を行い，その管の電子ビームはレーダアンテナと同期して回転するようにした。回転数は毎分22回である。簡易なクリスタル・ビヂオ増幅器により信号を増幅し，その出力によつてＣＲＴ表示の輝度を増すようにしてあるから3つの海岸局の方位に相当した部分が幅狭い円弧状に明かるくなる。3本の指針（その中心はＣＲＴ表示の中心と一致する）を各々その円弧の中央に合せることによりその方位を読み取ることができる。しかしこの装置は試験の結果次のような欠点があることがわかつた。(1)薄暗い所で指針を円弧の中央に合わせることは操作者の眼を著しく疲労させる。(2)地磁気の影響を受けてＣＲＴの掃引中心が変動し易い。特に船が変針した場合に著しい。その度毎に掃引中心を再調整しなければならない面倒がある。(3)回転型電磁偏向コイルは方位誤差を僅少にするために機械的設計が困難である。この方式固有の欠陥があるために方位精度は約±1/2 度がとなるが，ある場合にはこれに操作者の疲労によるもの加つて ±3/4 度に達することがある。従つて方式としては，この固有の欠陥を取り除くようなものを考案する必要がある。

3. 現在の方式

3. 1 角度の電子工学的測定

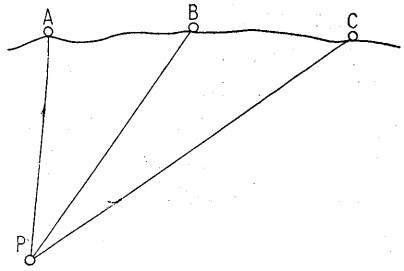
船に乗せる受信置装の方は従来のものと同様であるが，海岸局の方位を指示する方法において従来欠点とされた操作者の疲労，地磁気の影響，指示のひずみ，掃引中心調整等による困難を除去するように工夫された。

3箇所の海岸局に対する各受信アンテナ・パターンの

中心を求めるのに従来のように，手で輝度の高い円弧の部分を2等分するようなことをしないで，電子工学的な方法で行うようにしたものである。角度を記録するために2コのカウンターが使用されていて，一番目のカウンターは第一局からの最大信号で開いて，第二局からの最大信号で閉じるようになつている。また二番目のカウンターは一番目のカウンターの閉路と同時に開き，第三局からの最大信号で閉じるようになつている。どのカウンターでも，開いておる間は0.02度おきに細分した角度マーカが入力としてはいり，受信アンテナの1回転後海岸局に対する挟角が表示される。カウンターに表示された角度はそのまま保持されているが次回の角度測定が終る前に電気的に消される。

船側のアンテナ回転速度は1秒1回転まで増加された。回転アンテナの走査速度に対する船の相対速度により海岸局間の挟角の測定値が誤差を含むことになるので，船の速度に対し角度測定ができるだけ短時間でできるようにしたためである。海岸局よりの距離が増大すれば誤差は減少する。また受信アンテナの回転数を増加すると，これに比例して誤差は減少する。1秒1回転の速度ではこの誤差は省略できる値となる。

測角が常にある決まつた局から開始されるようにするために，回転アンテナの方位が北を通過する度毎にスイッチングパルス（北位パルス north pulseともいう）が供給されることが必要である。第1図に示すように海岸

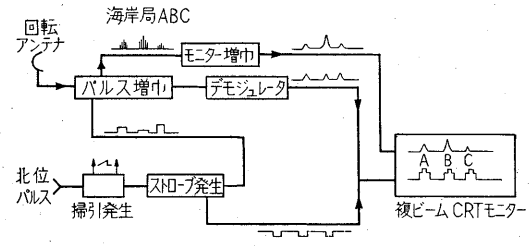


第1図　A，B，Cの3海岸局に対する船の関係位置

局としてA，B，Cの3局がある場合にこのスイッチング・パルス発生後アンテナが局を走査するとAB間のカウンターが最初始動し，次にBC間のカウンターが作動するようになる。

3. 2　利得調整

海岸局よりの信号強度は距離に応じ変化するので両海岸局間の挟角を正確に測るためには，各海岸局よりの信号強度を殆んど等しくすることが必要である。強い入力信号が受信機の中で飽和してひずみを生ずると，そのために受信信号の電気的中心を間違つて示すようになるからである。第2図に示すように海岸局よりの各信号の強



第2図　複ビームＣＲＴモニターの系統図

弱をなくすために，3コのバイヤス・ストローブを発生して受信信号の箇々の利得を調整するようにしている。即ち3コのストローブは別々にその方位を調整することができるので，ストローブを移動させて各信号に一致させると，丁度ロランの場合にペデスタルの上に信号を乗せたと同様に，各信号は同図のＣＲＴモニターに示すようにそのストローブのペデスタル上に乗ることになるので，3コの利得調整により受信機信号の各々を等しい強さにすることができる。

測量を行つているとき船の運動のために生ずる海岸局の各方位の変化は緩徐であり，従つてバイアス・ストローブを手動で調整して信号が大体中央に来るようにする。この調整も，また3コの利得調整も急速におこるわけでないから取扱者は調整に対し別に困難を感じない。

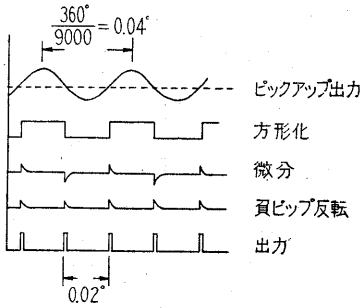
3コの利得調整のペデスタルを使用することは外に次のような利点がある。受信機はアンテナが海岸局の方向を走査したときだけ利得が得られるようになつているので，それ以外の方向にある如何なる信号も受け付けない。従つてその地域にある船用レーダまたは航空機用レーダの干渉を自動的に排除することになる。また海岸局と同方向にある他のレーダの干渉を更に削減したい場合には90度異る偏波を使用するようにすればよい。例えば船用レーダは普通水平偏波を使用しているのでＭ・Ｐ・Ｆ・Ｓの方は垂直偏波を使用するようにする。

3. 3　モニターダイアル上の信号の表示

モニターＣＲＴの所に第2図（前掲）に示すように2コのＡ表示が重ねて表われるようにしてある。上段は信号そのままのものであり，下段はコントロールされた信号を表わしている。掃引は北のスイッチング・パルスで左側から始動し，右の方に延びた掃引直線は360度のアンテナ回転角を表わしている。

3. 4　読取り目盛

スロッテッド・トーン・ホェールの回転を歯車結合によつてアンテナ回転の30倍にあげている。トーン・ホェールは300コのスロットを持つているのでアンテナ1回転を9000分の1に等分することができる。光線とポトトランジスタとの簡単な系統をトーン・ホェールで断続するようにすれば9000c/sを発生させることができる。

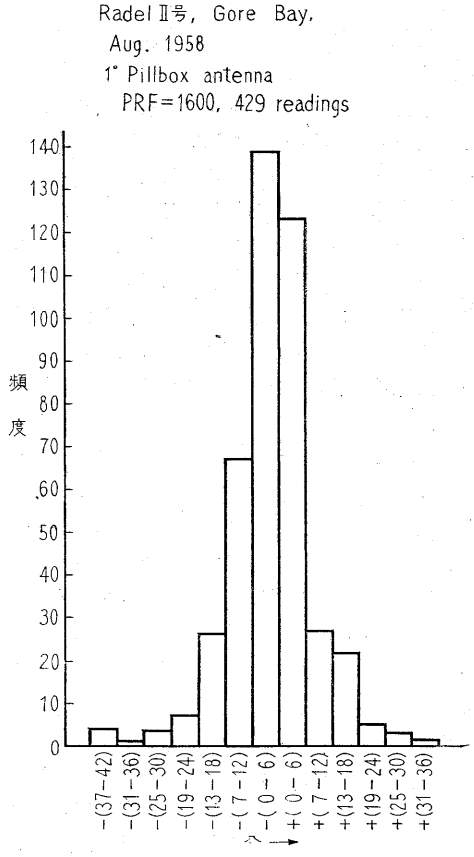


第3図 0.02° 角度マーカの発生

第3図に示すように1c/sが0.04度に相当し，1c/sで2コのパルスが発生するので0.02度の測定ができることになる。これらのパルスは海岸局に対する中心線を意味するゲートが通過した時のみカウンター表示上に記録されることになる。

3. 5 1958年における実地試験

器材に若干の改良を加えて1957年および1958年と実地試験を行つているが1958年における試験状況を一例として示す。1958年の夏に器材を Radel II 号に装備して Huron 湖の北水道の所で試験した（アンテナの回転60 rpm，角度マーカ0.02度）。水路測量用標識の上に設けた3カ所の海岸局に対して沢山の角度測定が行われた。



第4図 M・P・F・Sによる角度と六分儀の角度との比較

この場合六分儀による測定も同時に行われた。429 回の測定における電子工学的測定と六分儀による測定との差が記録された。この内262回は±6分以内，356回は±12分以内，404回は±18分以内である。その状況を図示すると第4図の通りである。なおこのときの六分儀の精度は±5分以内と見做されている。

次に8月下旬器材を Radel II 号から Boulton 号に移し，前と同じ水域（北緯45°58′～46°01′，西経82°26′～82°23′）で試験した。約600呎の間隔で線上を走行して測定により位置決定（Fix）を行つたがチェクからの差は約2分であつた。

3. 6 この方式の性能

カナダ水路測量部（Canadian Hydrographic Service）は更に1959年における実地試験の結果このマイクロ波位置決定方式（M. P. F. S）は舟およびランチに対しても近距離及び中距離用として現用している視覚位置決定手段に実用上代わり得るものと考えている。この M. P. F. S. は電子工学的な方法により角度の測定を迅速に行い，受信機から直接角度を読み取ることができるように作られていて，計算，較正，翻訳等を行うことなしにそのままプロットすることができる。

1959年水路測量部員および技術研究会議技術者がフロビシャー湾（Frobisher Bay, Baffin Island, N. W. T）で Algerine 号に乗船して試験を行つた。受信機指示器は測量機械の隣りにあるチャートルームに設けられ，フライング・ブリッジ上にたてた15呎のマスト上にアンテナを，設けた。アンテナの高さは水面上約50呎となる。フロビシャー湾で完全な三角測量ができるように3コの海岸局を、選定した所に設けたが所要時間は6時間であつた。300浬に及ぶ測量が80平方浬の全水域で行われ，前回の試験で得られた精度が六分儀の測定範囲内で確められた。位置決定，記録（数字の記録），プロッテング（航跡の記録）は2名で容易に行うことができる。この M. P. F. S の利点は次のようであることがわかつた。

(a) 測定は普通の状態では見とおし距離（視程距離）まで行うことができる。
(b) 器材は動作が簡単である。
(c) 保守のための技術者以外は別に人手を要しない。
(d) この方式は1隻以上の船またはランチで同時に使用することができる。
(e) 送信機は移動，設備が簡単で，恐らく6日間も手を触れずにほつておくことができるであろう。最も重いものは12Vの蓄電池である。

この方式の不利な点は見とおし距離内で作動する原理を使用していることである。即ち小さい島，海岸線のない密接した内岸等に使用するには不利である。

この M. P. F. S は水路測量特に中距離位置決定用とし

ての要求を満すものとして考えられている。なお1960年にはこの器材を45呎のランチに設備し，また再設計のものを31呎ランチに設けて使用する予定であるので測量時期が経過すれば更に詳細な資料が利用できる筈である。

「舶用レーダ15年の歩み」抄録

東京商船大学　茂在寅男

東京計器製造所　川崎義人

1. まえがき

日本電波航法研究会においては，昨年来レーダおよびロランなどに関して広凡なる調査統計を取りつつあることは皆様御承知のところでありますが，我々がこの作業に取りかかつて後間もなく，Captain F. J. Wylie, R. N. は,「舶用レーダ15年の歩み」と題して，英国における我々と同じ作業の結果を The Journal of the Institute of Navigation, 1960—Oct. Vol.XIII,'No.4, P419～439 に詳細にわたつて報告をしている。その内容たるや，我々が調査しようとして取りかかつたことと非常に共通するところがあり，大方の参考となる点があると思われるので，ここにその抄録を紹介することとした。

本文は，舶用レーダが1946年に使われ始めて以来の発達の経緯についての膨大なる調査の結果を，使用者側の意見を主として分析したものであり，最後には将来のレーダの姿についての見解まで述べている。

この調査のための質問書は，大部分の英国籍の船と6隻の他国船とを含む50カ所に送られた。（この点日本における我々の今回の質問書は約1000カ所に送られ，少くとも500カ所からの回答を期待している）

質問書のいくつかは港で，いきなり船長に会つて回答を得たり，会社の場合は代表意見を出してもらつたりしたのだが，回答をある特定の方向へ持つて行くようにならないような努力をしている。また商船の型については大型小型のほか貨物船油槽船などすべてにわたつた。回答を得た会社の数は

大型客船および定期貨物船運航	13
定期貨物船運航	17
外航油槽船運航	3
沿岸および自家用船運航	4
外航不定期船運航	6

であるが，これらの会社に所属している船の数からいえば1,200隻になる。

2. 公式承認の問題

英国は運輸省によつて1948年に舶用レーダの規格をきめた。そしてこれを同年の海上における人命安全会議で更に討議し，高分解能レーダが望ましいことを明らかにしたが細部にまでは立ち入らなかつた。この規格というものは命令ではないが，英国内の使用者と製造業者とはみなこれによつたため，型式承認なしにはいかなる船にも装備されなかつた。1960年の海上人命安全会議において，はじめて，レーダ関係法規を改正し，更に霧の中における船の衝突回避の援助としてレーダを使用したときに船のとるべき行動について指導要領を決議し，性能規準については，1948年よりもはるかに広範囲な勧告がなされた。

米国では，「最低動作基準というものは，発達の妨害となり得る」との考えから，無線規則を満足することを確認する最低要求条件だけであつた。しかし結果においては両国とも大差のないものとなつた。

3. 装備率の伸展

1959年には100トン以上36,221隻のうち21,200隻が装備，58.5%である。英国における登録船の年間装備率は，1952年が最高を示し，530隻であつた。現在もこれとも余り変らない数字であるが，大部分は換装である。

4. 動作と指示

マグネトロンとクライストロンとは周波数が安定となり長寿命になつた。波長については英国では1945～46年に試験した結果明らかに 3cm が優秀であると結論したが，米国では 3cm と 10cm を並行行して作られた。それは米国では初期においては，分解能に重点がおかれなかつたため 10cm が強調されたのである。その欠点は12 ft 空中線装備によつておぎなわれた。

クラッターに対する解決については，船乗り側の要求は未だに相当強く，現状では満足できない者が多く，満足している者の数と比較すると，20：25である。

ビーム幅については現用は大体2°～1.2°の範囲内にある。

パルス幅については在来の 0.25μsec から，0.1 さらには 0.05 μsec となり，現在では遠距離用には 0.5～1.0μsec として2種類パルス幅を使用するものが多くなつた。

PPI 直径は，12インチ PPI は，一べつするのに一寸広すぎるという考から，英国では大型化するのを製造業者によつて，相当時間抑制された。しかし米国はどんどん大型化して行つた。ところが使用者は大直径を非常に望んでいることがわかり，大型化傾向は必然となつた。このことは，リフレクション・プロッターの普及もあずかつているといえる。

コンパス安定装置

33の回答のうち，“真北上”をこのむ者19，“船首上”を好むもの14となつているが，初期においては，“船首上”のみを好む者が絶対に多かつたものである。

トルー・モーション

最近の発達によつて，PPI面の物標の進行速度が1/10インチ毎分位以上であればうしろに尾を引くため，12インチレーダで，6マイルレンジにし，6ノットで進行中の船が手ごろな尾を引く。最初英国ではトルーモーションは，船主達から警戒の目をもつてむかえられていたが，今度の調査の結果は，非常にこれを支持している。

どこででもトルーモーション使用	3
複雑水路でトルーモーション使用	19
広い水路で〃使用	3

であり，一般的意見として，トルーモーションに対して，

非常に良好，優秀	14
かなりと進歩である	2
複雑過ぎる	3
不良	1
回答なし	5

であつた。

第2の注目すべき発展としての記憶管によるレイセオンのトルーモーション，レーダであるが，この点ロッテルダム号での実験において，相手船の大体の真コースを知るためには良いことが証明された。

航海用および衝突防止用

航海用として霧の中でレーダが役に立つことは論をまたないが，衝突防止用としては，未だに多くの論点を残している。この点プロットをすることは，航海士が聰明な行動をとる基礎となることは確実であるといえる。

6. 航海士の計算助手

プロット盤とか，半自動プロット盤とかが，航海士の計算の負担を軽減するために作られたが，未だに不完全である。

米国の3大メーカーが，外航船にプロッター付きでレーダを売る割合は，

RCA	90%
レイセオン	72%
スペリー	30%

であり，英国の4大メーカーの場合は，

K&H	10%
M	10%
BTH	15%
デッカ	27%

で，その割合は増加の傾向をたどつている。

米国通産省では，航海士に何ら負担をかけない自動計算機の開発に力を入れている。

7. 衝突防止の応用

規則17～24条によつて，互に霧でかくされた2船の問題を処理すべきかどうかが論点である。しかし，現在，1960年の海上人命安全会議の最終結論では，この法則は「互に視界にある船にのみ適用される」ことになつている。

他の論争点は，霧中でレーダ情報が接触の可能性を示したとき，退避行動を取るべきかどうかの点である。この点について1960年の会議で協約された新法則の第16(C)項が発効したときには，疑いもなく船は退避行動を取つてよいことになる。結論的にいつて，新法規16(C)項の，次のことについて疑の余地はない。すなわち，「レーダ使用船が衝突事故を起こしたときは，他船の霧笛が聞えなかつたというで理由，適時のエンジン停止を怠つたことは言訳にはならない」ことである。

8. 衝突防止における成功と失敗

この統計は，地理的範囲とか，全船腹の動きの増減とか，平均速力と霧の影響とがからんで，確かな結論を引き出すことは困難であるのが，この点ソーロフ・ウィックボーグが在世中に出していた「異変日報」は非常に貴重な資料を提供してくれたが，今では，リバプール海上保険会社協会の発表になる年間の全衝突事故の数と図表が唯一の頼りである。本論文では，解析を明解ならしむるために，統計をある一定の海域に限定して行なつた。

しかし，ここには結論を得る基礎となるべきものは少なく，満足できる結果は得られなかつた。ただ，船舶の霧中航行において，レーダ装備船が非装備船に比較して，大なるスピードで航行する傾向ありと仮定するならば，船腹の大幅な増加と，特にレーダ装備船の増加は，霧の日1日に対する衝突事件数を非常に増大させるであろうと考えられること，また誤まつたレーダ使用の例は，少なくしかも減少の傾向にあるといえること，船員のレーダ使用は有効になりつつあるといえることなどが考えら

れる。

レーダ所持船（一方または双方）の霧中における衝突事件数

年	北西ヨーロッパ					他の場所			全世界総計
	霧の日数	外洋	狭水道	合計	霧の日1日に対する衝突事故数	外洋	狭水道	合計	（レーダ船）船の総数
1953	34.6	8	13	21	0.6	2	6	8	(8,484) 31,797
54	14.6	3	16	19	1.4	3	5	8	(10,300) 32,358
55	19.8	10	10	20	1.0	7	5	12	(12,350) 32,492
56	24.5	13	28	41	1.7	3	4	7	(14,800) 33,052
57	13.5	13	9	22	1.6	2	6	8	(17,100) 19,804
58	22.1	16*	7*	23*	1.0*	4*	10*	14*	(19,400) 35,202
59	24.9	16	14	30	1.2	8	13	21	(21,200) 36,221
7年平均	21.9	11	14	25	1.2	4	7	11	——

* ……推定数。　　船の数……100トン以上

9. レーダ観測者と保守者の教育

1946年，英国運輸省は，レーダ教育方法に関する問題を討議し，1948年より，レーダ保守教育は，サザンプトン，ハル，サウスシールドおよびリースで，又観測使用者の教育は，前述のハルを除く全市においてなされ，レーダ技術の免許証は，試験を終つて後に発行された。

英国においては，2等航海士（外航）と1等航海士（内航）の免許証の発行に当つては，必ずレーダ取扱い資格を取らなければならない規則が，1957年1月1日以後効力を発した。

これに対して，レーダ，シュミレータの最近の発達は非常に利便を与えたことは注目すべきことで，推しようできることである。

10. リフレクター・レイマークおよびレーコン

ブイ，ビーコンなどにリフレクターをつけるようになつて有効であつたことは論をまたない。

ただレーコンの問題に関しては論争の余地が依然として残されている。それは，インバンドタイプがよいか，アウトバンドタイプがよいかという問題である。勿論後者は，附加受信機を必要とするのであるが，前者は，画面の中で，他の目標物を邪魔する点に問題がある。

レーコンは，距離と方向を与えると共に，その信号がレーダ，スクリーンの中心部を覆いかくすことがないため，レーマークよりも次第に使用者に好かれるようになりつつあることを統計的に示した。そして，レーコンの不使を回避するためには，10分毎に，僅か5分間のスイッチ・オンの方法がよいというのも興味あることである。

11. ハーバー・レーダ

これには，出入港船舶の要求によつて，その方向と距離を指示するだけの限定サーヴィスのものと，もう1つは，いわゆる港内の統合航行情報方式の2つがある。

これら相方とも，動作性能，測定精度，あるいは表示方式など，極めて顕著な改良がなされ，効果をあげている。

これに関係ある事項として，船舶識別装置の必要性は論じられておりながら，実施すべき推進力は弱く，採用は殆んどされていないことも附言しておく。

12. 長所短所

このことについても調査をしたが，トルーモーション使用者は，そのもう一段の改良を希望しつつも，その使用を有効なものとしている点が目立つ。

1945年から60年までの間におけるレーダの発展の注目すべき点

項目	海上の意見	製造業者の意見
トルー・モーション・レーダ	24	2
高分解能	21	5
化信頼度の向上	20	2
ＰＰＩの大型化	9	1

コンパス安定方式	8	2
探知距離の拡大（電力増大）	7	4
操作の容易化	7	—
クラッターの制御向上	4	1
反射方式プロッタ	4	3
小型軽量化	3	2
アンテナの発達	3	2
パルス・スイッチング	2	2
故障発見の向上（サービス）	2	2
価格低減	—	2

つぎに欠陥についての統計は

船用レーダの欠陥（1960年）

項　　目	意見数
クラッタ制御不充分（主として雨）	19
蔭になる場所の死角	7
低信頼性	8
レーダ干渉	6
計算に時間を要する	5
船の向きや陸の様子が上に現れない	5
氷の探知が容易でない	3
画面表示に周囲を暗くする必要がある	3
孤立物標の識別困難	3
更に高分解能が要求される	2
故障発見を容易にすべきである	2
小物標の発見困難	2
他船と通信の際相手船の識別困難	2

13. 来るべき将来の形態について

これについては，近い将来どうすべきかということと，遠い将来どうあるべきかを調査した。

(A) 次の段階にレーダは如何にあるべきか

項　　目	海上の意見
光景（自動プロット，計算機，衝突針路警報）	15
発達した信頼度	10
より良きクラッター抑制	5
レイマークやレーコンをもつと多く	5
通信のための相手船の識別	4
スクリーンなしで見られる昼間用レーダ	3
より高度の観測訓練	3
より安価に	3
より高度の保安訓練	2
目標物の型による識別	2
発達した探知距離	2
トルーモーションの発達	2
スケールと制御スイッチの標準化	2

(B) 遠い将来のレーダの形態

項　　目	海上意見
テレビ型指示装置	13
光景（自動プロット，計算器，衝突針路警報）	15
識別と通信（船舶に対して）	5
海図比較装置	3
完全な信頼度	3
トルー・モーションとリラティブの方法表示	3
一般物標と選操目標の2方法表示	2
小物標探知とクラッターのよりよい抑制	2
ＰＰＩ上に船の形を表示	2
レーダ装置とリンクした自動操舵	2
航路標識にレーマークとレーコンの取り付けを多く	2
針路指示のため船舶にトランスポンダーを	2

以上が本文の抄録であるが，最後に質問書の内容を次に記しておく。

14. 質　問　書

(a) 過去15年間における船舶用レーダの発達に関して，注目すべきものは何であるとお思いですか。

(b) 現用レーダにおいて何が欠陥だとお思いですか。

(c) 次の段階にはレーダ関係のことは如何にあるべきでしようか。

(d) 「将来におけるレーダの形態」というものについて，最終的に如何なるものであれかしとお考えですか。

(e)(1) 貴船の船長はトルー・モーション・レーダをお使いになつていますか。

(2) もしそうでしたら，相対運動表示に対して，トルー・モーションを選択される場合は，

あらゆる場合ですか。

狭水道内ですか。

開水路においてですか。

(3) そのことに対する貴方御自身のお考えは如何ですか。

(f) レーダ・プロッティングは現在貴船においては次のどういう形で大体承け入れられておるでしようか。

(1) 必要かくべからざるものとして。

(2) 環境が許す場合には良い方法だとして。

(3) 時間の無駄に過ぎないとして。

(g) プロッティングにおいては，現在次のどの方法をお好みですか。

(1) 反射式プロッタによる方法。

(2) 別紙または別な黒板または透明板に相対プロットをする方法。

(3) 別紙または別な黒板または透明板に実景プロットをする方法。

(h)(1) 相対方位指示にしているとき，貴船の船長はジャイロ安定をしますか。

(2) 貴船の場合は熱帯性降雨でお困りになりますか。

(3) 製造業者は「海面反射の外側に一つの反響を発見したら，ゲインの調節と，アンティ・クラッターの調節を上手にやれば，最小探知距離（50ヤード）まで近付いて来るまで，ずーつと見失わないですむ」といつているけれども，貴方はこれに同意できますか。

(i) 貴方は指示器の直径は次のどれがよいとお考えですか。

7インチ，12インチ，15インチ。

(j) ホイール・ハウスで貴方はレーダを観守するとき，暗幕で区画するのと，フードを使うのと，どちらを好みますか。

(1) 過去15年間に信頼度は高まつたでしようか。もしそうでしたら，どの程度に。（これは極めて大ざつぱに次のような方法でお答え下さい。）

(1) 1年間に1船について起きたところの，船内で修理のできなかつた故障の回数。

(2) 1年間に1船について起きたところの，船内で修理できた故障の回数。

あとがき

以上 Captain Wylie はによる英国における報告であるが，我が電波航法研究会は，英国においてこのようなことがなされておることを知らずに，別記のような調査を試みており，目下統計を取りつつある最中でありますので，大方の御協力を是非ともお願い申し上げたい。

筆者は，このたび日本政府資金による在外研究員として，「航海計器の趨勢について研究する」主目的を持ちまして，世界各国を1カ年の予定で研究視察して廻ることになりました。出発前で非常な多忙に追われ，本稿は今，神戸において，出帆1時間前に追い込みで書き上げ，郵便を依頼して発送しているような次第，ずさんな点がもしありましたらお許し下さい。なお，在外研究中，電波航法上参考になることがありましたらそのつど投稿致すつもりです。では行つて参ります。（1961年9月4日讃岐丸神戸出帆の日）

レーダなどについてのアンケート

お願い

事業運営や機器開発に計画的な基礎を与える一つの科学的方法として、いわゆるOperation's research を行ない、使用の状況、故障、困難、利便、不平、希望などの模様や、使用者の意見などの詳細な資料を得てこれを科学的に分析し、その対策を研究することは、今日の技術革新時代において欠くことのできない重要なる作業となつて参りました。

職場において如何に Operation's research が行なわれるかは、改善と発達と能率に直結する問題であります。その意味におきまして御多忙中誠に恐縮ですが次の質問に御回答を得たく、御協力をお願い申し上げます。

電波航法研究会会長

森　田　清

御解答の要領

解答者が船の場合は代表意見で結構です。官庁、会社などの海務課、工務課なども、それぞれの立場において代表意見をお寄せ下さい。解答は真の御意見をうかがいたいため、無記名で結構ですが、記名の方が参考になる場合もありますので、御自由に願います。

記入すべき項目の中で、答えたくないもの、答えられないものなどには一切何も書かなくて結構ですが、できるだけお答え下さるようお願いします。

答は大体「肯定または賛成、同感などには○印」を「否定、反対などには×印」を御記入願うようになっておりますが、特に強調したい場合は◎印または××印を願います。

社名	船名
屯数	航路
航海速力　節	
解答記入者役職名	解答者氏名

(A) 一　般

(問 1) 今後の航海術において、レーダ、ロラン、その他の新らしい方法による電波航法の方式を採用することの可否について御意見をうかがいたいと思います。

(答) (1) 発達の途上にはあるが、その効用については既に立証されつつある事実であるから、積極的に採用すべきであると思う。□

(2) 現状では計器が不完全と断ぜざるを得ないので、電波航法の採用には消極的な意見である。□

(3) 在来の航海術で充分と考えられるのに、これに電波航法の装備まですることは、経済的な理由からも無駄と考えている。□

(4) 人命と船舶および積荷の価値とその得失を考えるとき、船価の節約という理由だけで、有用なる電波航法計器の装備を止めることは、会社の損得という点からしても損な話だと考えている。□

(問 2) 電波航法に関する教育訓練に関して、現状の技術水準、訓練の必要性、方法などに対する御意見を伺いたいとおもいます。

(答) (1) 使用者が電波航法について未だ充分なる訓練が行われていないため、現状ではその使用が

— 1 —

かえって海難の原因になる場合が相当あると変思している。□

(2) 前項に関わらず、海上における使用者に対して、半ば公的な組織において「各種の電波航法の使用法に関する講習と訓練」の行なわれることが必要だと考える。□

《問 3》 資格認定に関しての御意見を伺いたいとおもいます。

(答) (1) 海技免状試験と、特殊無線技師（レーダ）試験とを２本建てにしてある現状に賛成である。□

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

(3) 上のどちらでもない別の形を考えている。(記述して下さい。)

(問 4) ロランおよびデッカの利用に関する御意見をうかがいたいと思います。

(答) (1) 日本船の現状からしてロランはもっと利用されるべきである。□

(2) ロランは利用したいのだが船に装備されていないのを残念に思っている。□

(3) ロラン局のほかに、日本にもデッカ局も設備して積極的に利用すべきである。□

(4) 自分はロラン使用の経験者である。□

(5) 自分はデッカ使用の経験者である。□

(6) (デッカの経験者のみ) デッカは非常に推しようすべきものと感じている。□

(7) ロラン受信機は□万円位であればどの船にも設備できると考えられる。

(8) 過去において貴方の経験上ロランが非常に有効だった場合はどんな時でしたか。(記述して下さい。)

(9) 貴方の船のような場合、ロランとデッカと２重装備する必要のあるときがあるとお考えですか。□

《B》 運用に関し次の質問にお答え下さい。

(1) レーダの映像判読に悩んだことがありますか。□

その様な方にお聞きしますが、どんな例の場合でしょうか。(簡単に記述して下さい。)

(2) 例えば方位誤差、距離誤差、中心差（スケールの中心と映像の中心とのズレによる誤差）などの映像誤差が原因で、航海術上失敗しかかったか又は失敗した場合がありますか。□

あった場合それはどんな例でしょうか。(簡単に記述して下さい。)

(3) レーダにおいて偽像や港湾内における混信などのために驚かされまたは失敗しかかったことがありますか。□

あった場合、それはどんな例でしょうか。(簡単に記述して下さい。)

(4) 特定の海域で、しばしば不可解な、あるいは原因がわかっていても異常な映像の現われることを経験されましたか。□

あった場合、それは何時、何処で、どんな風にありましたか、そしてその原因は何とお思いですか。(簡単に記述して下さい。)

(5) 航海中において、次のような場合貴方は好んで何浬レンジでレーダを使用しておりますか。(勿論場合々々で異りますが大体)

(答) (a) 港内において（　　浬）

(b) 出入港スタンバイ前後の港外で（　　浬）

(c) 沿岸航海中（　　浬）

(d) 大洋航海中（　　浬）

(6) 同様に、どんなとき映像を Ship's head up (S) にし、またどんなときに True north up (T) にしますか、丸で囲んで下さい。

(a) 港内において（S、T）

(b) 出入港スタンバイ前後の港外で（S、T）

(c) 沿岸航海中（S、T）

(d) 大洋航海中（S、T）

(7) あなたは衝突防止のためにプロッティングは実際に有効な手段だと考えますか。

(答) (a) 非常に有効だから必要と思われるときは何時も実施している。□

(b) 一応有効な場合もあると考えてはいるが、実際問題としては余り実施することは賛成できない。□

理由があれば、その理由を簡単に記述して下さい。

(8) プロッティングは本船との距離が大体何浬位からはじめて何浬位までの処で行っておりますか。

（　　浬～　　浬位）

(9) プロッティングの方法はどこで覚えましたか。

(答) (a) 参考書によって。□

その参考書名は。□

(b) 学校または講習で。□

(10) プロッティングのためのプロッターに関しておうかがいします。

(a) プロッターを使用している。□

(b) 更に改良されたプロッターを要求したい。□

(c) プロッターは必要としない。□

(11) レーダ・チャートを御利用になった経験をお持ちですか。□

(12) レーダ・チャートは必要とお思いですか。□

(13) レーダ・チャートはどんなものが良いとお考えですか。(簡単に記述して下さい。)

(14) あなたの船では霧中または夜間のスタンバイ中に、レーダを専門に監視する士官を配置しておりますか。□

(15) レーダを専門に監視する士官の当直配置は必要だとお考えですか。□

(16) あなたの船では、船長および当直士官が随時レーダを見るという方法で運営しておりますか。□

(17) 霧中において、レーダ航法中は意見としてはレーダのない船の場合の霧中速力と比較して自船の速力を増してよいと考えますか。

(答) (a) 大洋航海中は、

（相当増速してよい□）

（相当減速の必要がある□）

（非常に減速の要がある□）

(b) 沿岸航海中は、

（相当増速してよい□）

（相当減速の必要がある□）

（非常に減速の要がある□）

(18) 実際問題としては、前項の御意見のように操船しておりますか。□

(C) 機 器

(19) あなたは、レーダについて故障が多く困ったという経験をお持ちですか。□

(20) その機器の製品名は？□

製造年月日は？□

製造番号は？□

(21) その機器の故障の模様は大体どんな様子でしたか？(記述して下さい。)

(22) 故障したとき誰が修理していますか？

小故障のとき□

比較的複雑な故障のとき□

相当複雑な故障のとき□

(23) あなたの使用しているレーダの装備の日付はいつですか？□年　月　日

(24) そのレーダの使用積算時間は現在何時間ですか？□時間

(25) 今迄に最高連続使用時間はどの位でしたか。□時間

(26) あなたの船では大体どんな時間の割合でレーダを使用していますか？(例えば30分使用して５分休むとか)

答 (a) 大洋航行中の場合 [　　]
(b) 沿岸航行中の場合 [　　]
(c) 出入港の場合 [　　]

(20) 故障を起したときは、どんな周囲状況のときでしたか。(記述して下さい。)

[　　]

(21) あなたの船のレーダ（トランシーバーやインジケータ）の設置場所は、最高温度どの位まで上がりますか？ [　　度C]
そこは日光の直射を受ける場所ですか。[　　]

(22) あなたの船ではレーダの一般使用状態において、電源電圧は何ボルト位変動しますか。
(答) 船内電源 [　　] ボルトに対し、変動 [　　] ボルト位。

(23) レーダの使用によって何か航海計器または無線機器に悪影響を与えたという経験がありますか。
[　　] その状況はどんなでしたか。(記述して下さい。)

[　　]

(24) 一般航海用レーダとしては、距離分解能を何米位までにしたいものだと考えておりますか。
[　　米]

(25) 何浬レンジのスケールがほしいと思いますか。丸でつつんで下さい。(0.5、1、2、4、6、10、15、20、30、40、50、)

(26) デリックマストの上にスキヤナーを取りつけたような場合、または他の場合でも、例えばデリックを使用するような特別な場合など、あなたの船では、スキヤナーはどの程度振動させられますか。
(答) 非常な振動を受ける。[　　]
比較的振動を受ける。[　　]
振動は余り受けない。[　　]

(27) 強風のためにスキヤナーが廻転しなかったという例を聞きますが、最大秒速何米の風速に対してこれに耐えて廻転することが必要であるとお考えですか。[　　米]

(28) あなたのレーダは風速何米までは異常なく運転したという経験をお持ちですか。[　　米]

(29) それ以上で強風のための故障という経験をお持ちですか。[　　]

(30) レーダ・セット内の次のものは必要とお考えですか。
AFC [　　]、True B'g adapter [　　]、True motion set [　　]、Plotter [　　]、Echo box [　　]
このほか必要と思われるものの名 [　　]
または不要と思われるものの名 [　　]

(31) Service engineer の General check は定期的に行なう必要ありと考えますか。[　　]。
本船が必要なときに呼ぶだけでよいと考えますか。[　　]。故障発生時にだけ呼べば良いと考えますか [　　]。

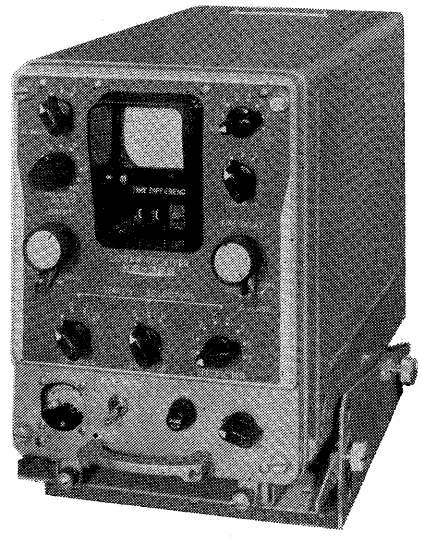
(32) あなたは遠距離から陸地像をみた場合などに、地点を判別するためのレマークビーコンがほしいと感じたことがありますか。
その地点は主として何処ですか。(記述して下さい。)

[　　]

(33) あなたは浅瀬、ブイ等を判別するためレーダレフレクタを付けることは有効だと思いますか。
特にレフレクタ設置を希望されるところは何処ですか。(記述して下さい。)

[　　]

トランジスター ロラン受信機 〝ミニロラン〟



品目	寸法 (m/m) 高	巾	奥行	重量
受信指示機	292	222	385	18kg

株式會社 光電製作所

本社 東京都品川区上大崎長者丸284 電話 (441) 1131 (代)
神戸出張所 神戸市生田区西町35三井ビル 電話 (39) 0535～6

電　波　航　法

昭和 37 年 3 月 20 日　印　刷　　1962

昭和 37 年 3 月 25 日　発　行　　No. 3

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

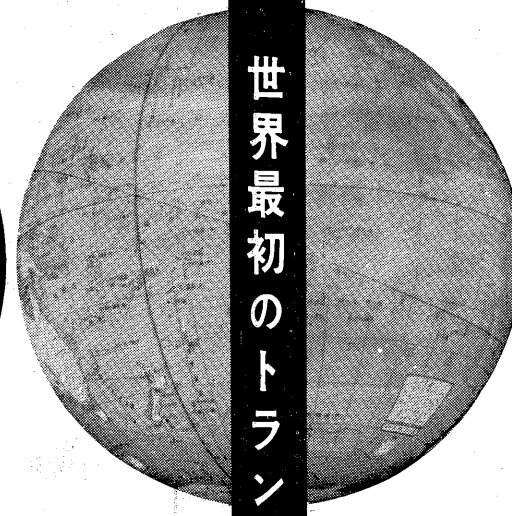
東京都港区麻布霞町7

印　刷　株式会社　白　泉　社

電　話　(408)　1171～3
0967

昭和三十七年三月二十日印刷
昭和三十七年三月二十五日発行

JRC ロラン受信機



世界最初のトランジスタ

●JNA—102形と従来のものとの比較

小形化……従来のものの1/6以下
（210m/m×407m/m×420m/m）

軽量化……従来のものの1/3以下
（25.5kg）

低消費電力化……従来のものの1/7以下
（40W以下）

●JNA—102形の世界的4大特長

①トランジスタ化

トランジスタ、ダイオード使用のため小形軽量消費電力極少。

②プラグインユニット方式

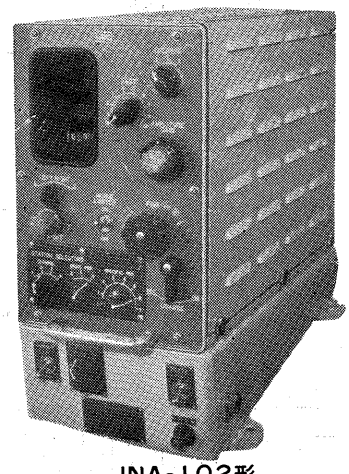
プリント配線の画期的設計ですので保守点検が容易。

③測定値の読み取り簡単

時間差表示がサーボ機構によりブラウン管と同一視野内の数字ドラムに表われるため読み取り簡単。

④電源内蔵

電源は本体内蔵のため小形軽量で装備が簡単、消費電力極少。



JNA-102形

JRC 日本無線株式會社

東京都港区芝桜川町25 第5森ビル　電話 東京(591)(大代)3461
大阪市北区堂島中1の22　電話 大阪(361)4631～6
福岡市新開町3の53 立石ビル　電話 福岡 ㊻ 0277・1282
札幌市北一条西4の2 札商ビル　電話 札幌 ② 6161～3 ④6336
仙台市南町通り7 山口ビル　電話 仙台 ⑤ 2357

電波航法研究会 発行