

ELECTRONIC NAVIGATION REVIEW

電波航法

創立 20 周年記念号

JACRAN. 13

20th ANNIVERSARY

1971

電波航法研究会 発行

Published by the Japanese Committee
for Radio Aids to Navigation

CONTENTS

Forewords

- On the Occasion of the Commemoration of JACRAN
.....President, JACRAN Toshitada MATSUYUKI..(2)

Essays

- A Contribution to 20th Anniversary of the JACRANKiyoshi MORITA..(4)
On Internationally SenceTorao MOZAI..(5)
Electronic Navigation and IMinoru OKADA..(8)
Through Our Eyes, Ears and MouthesMakoto SANADA..(9)

Retrospection

- Recollection of Past of Twenty Years of Japanese Committee for
Radio Aids to Navigation
Part 1. Time of Foundation.....Toshitada MATSUYUKI..(11)
Part 2. The History of Foundation.....Kazutami SHOJI..(14)
Part 3. The Age of Advisory Organization for Minister
of TransportationHirofumi MAKITA..(17)
Part 4. The History from 1957 to 1971Takashi OKADA..(19)
Part 5. On PublicationsKoichi KIMURA..(23)

Observation

- Recent 20-years History of Electronic Aids to Navigation in JapanKimio MATSUO..(26)
Brief History in Marine Electronic Navigation During the Last
20-yearsKazutami SHOJI..(35)
Recent 20 Years History of Fundermental Electronics Related to
Electronic NavigationTsutomu SUZUKI..(39)
Navigation Raders During the Last 20 Years in Japan.....Kojiro SHIBATA..(46)

Research and Investigation

- Some Design Consideration of the Omega Receiver.....Chogo SEKINE..(56)
Omega Receiving Data and Data Processor.....Toshio FURUYA..(68)
Development of Airborne Omega ReceiverKiyomi MINOHARA..(77)
Study on Optimum Performance of the OMEGA Receiver on
Hybird Navigation SystemYasuo IIZUKA..(86)

Introduction of New Products

- OMEGA RECEIVER Type NR01AANRITSU ELECTRIC Co. Ltd..(94)
OMEGA RECEIVER Type FORM-2A.....FURUNO ELECTRIC Co. Ltd..(96)
OMEGA RECEIVER Type JLA-101.....JAPAN RADIO Co. Ltd..(98)
OMEGA RECEIVER Type OR-100AKODEN ELECTRIC Co. Ltd..(99)
OMEGA RECEIVER Type NR-1005OKI ELECTRIC Co. Ltd..(101)
OMEGA RECEIVER Type SR-500TOKYO KEIKI Co. Ltd..(102)

Record

- Record of Work Carried Out by Japanese Committee
for Radio Aids to Navigation during Japanese Fiscal Year 1970Secretariat..(104)

目次

巻頭言

創立 20 周年に思う	会長 松 行 利 忠	(3)
-------------------	------------	-------

随 想

電波航法研究会創立 20 周年によせて	森 田 清	(4)
国際センスについて	茂 在 寅 男	(5)
電波航法と私	岡 田 実	(8)
目と耳と口と	真 田 良	(9)

回 顧

電波航法研究会 20 年の回顧

その 1 創設時代	松 行 利 忠	(11)
その 2 電波航法研究会そもそもの話	庄 司 和 民	(14)
その 3 運輸大臣諮問機関時代	牧 田 裕 文	(17)
その 4 栄光への苦難の道	岡 田 高	(19)
その 5 出版関係	木 村 小 一	(23)

展 望

電波標識の 20 年	松 尾 公 夫	(26)
電波航法装置 20 年の歴史	庄 司 和 民	(35)
電波航法に関連する基礎電子技術の 20 年	鈴 木 務	(39)
航行援助用レーダの 20 年	柴 田 幸 二 郎	(46)

研究調査

オメガ受信機について	関 根 兆 五	(56)
オメガの受信結果とデータ処理	古 谷 俊 雄	(68)
航空機用オメガ受信機の研究	箕 原 喜 代 義	(77)
航法システムから見たオメガ受信機設計上の諸問題	飯 塚 康 雄	(86)

新製品紹介

NR 01 A 形オメガ受信機について	安立電気株式会社	(94)
船舶用オメガ受信機 FORM-2A	古野電気株式会社	(96)
JLA-101 形 JRC オメガ受信機	日本無線株式会社	(98)
OR-100 A オメガ受信機の紹介	(株) 光電製作所	(99)
NR-1005 船舶用オメガ受信機	沖電気工業株式会社	(101)
オメガ受信機 SR-500 の紹介	株式会社東京計器	(102)

研究会記事

昭和45年度事業報告	電波航法研究会事務局	(104)
------------------	------------	---------

FOREWORDS

On the Occasion of the Commemoration of JACRAN

President, JACRAN

Toshitada MATSUYUKI

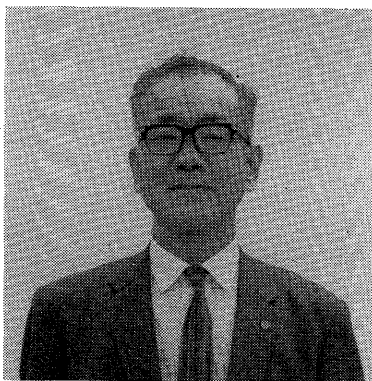
As the saying "Time flies like an arrow," certainly time passed away so fast and we have here the 20th anniversary of our Japanese Committee for Radio Aids to Navigation (JACRAN). Although we have been uniquely concerned with the subject of radio navigation, we are confided that our footsteps hitherto in this field have never been small.

1951 when our committee was founded having been the year not yet far from the surrender, we were still in blindfold condition. However we were just getting chances of obtaining some foreign technical informations through the occupation forces or from some other information sources. For instance, we knew that the "hyperbolic navigation system," being called "Loran" and the "Radar," both of which had been the secret radio weapons during the World War II were already contributing to the peacetime human lives. People concerned who were much anxious to study and absorb any knowledge on these new techniques set up JACRAN then. At the first stage it was a semi-official organization under the Maritimes Safety Agency, but it was reorganized in 1957 to the present status.

Since the foundation of our committee great changes took place in Japan's radio navigation field. The Loran network which was established by the armed forces during the occupation was turned over to this country and then extended and strengthened. The Decca system network which would cover all over Japan was then planned for the maritime use. Hokkaido chain and North Kyushu chain were successively set up according to this plan.

On the other side, the air navigation field which had long been under blank condition came back to us at the time of independence. We had to study many things in this field too, because the air navigation technique after war showed big difference compared to that of prewar time. To cope with the new system modern radio aids to navigation have been being equipped step by step. Recently this country has decided to take part in the global Omega network project taking the responsibility for establishment and operation of one of its 8 stations. We hear that a large scale construction work is now under way at Tsushima Island. This fact shows that Japan is becoming a potential country in this field. Keeping up with these improvements shown above our committee has been always contributing something to the authorities concerned, such as once responded to the questionnaires rendered by the Minister of Transportation, on which we are much proud of.

Continuation of rather plain but steady steps of our committee until today is due to the warmhearted cooperation of our predecessors and present members who loved on this committee. Here we should like to hold a commemoration ceremony for the purpose of celebrating this occasion and extending our gratitude to various organizations and people concerned. However the only regret is that we cannot deliver our gratitude to those predecessors, Professors M. Izeki, T. Kumagori and Dr. Y. Ito, who passed away after devoting their efforts to this committee. Let us mourn them deeply.



巻頭言

創立 20 周年に思う

電波航法研究会会長 松 行 利 忠

光陰矢の如しというが、時はまたたく間に過ぎ去ってここに本会も創立 20 周年を迎えることとなった。電波航法というユニークな課題を掲げて、地道な研究を続けて来た本会であるが、いまこの 20 年を振り返って見るとき、その足跡の決して小さくないことを痛感するものである。

本会が発足した昭和 26 年といえば、戦後日なお浅く、わが国は未だ占領下の目かくしをされた状態にあったのであるが、ようやく進駐軍を通じ、または他の情報源を経て、欧米の新しい技術について知ることのできる道が開かれつつあった。戦時中の秘密電波兵器であった「双曲線航法装置」がロランという名称で、「レーダー」とともに既に平和な民生に役立ちつつあることを知ったのもその一つである。そこで速かにこれら新技術を理解し吸収して、一日も早く戦時中の遅れを取り戻そうという当時の関係者の熱意を結集して組織されたのが、わが電波航法研究会である。最初は海上保安庁の中に設置された半公式ともいえるべき組織であったが、昭和 32 年に現在の形に再編成して今日に至っている。

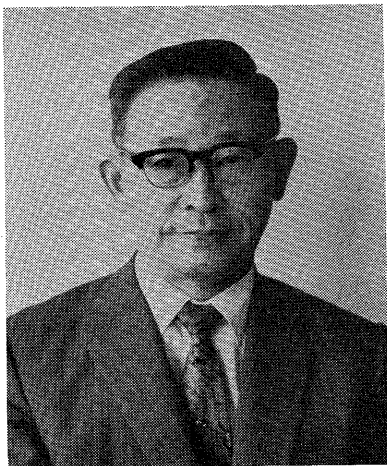
その間わが電波航法の分野において、大きな変革があった。すなわち占領軍の施設であったロラン網が全面的にわが国に肩代りされるとともに、増強、整備され、ついでデッカ網の設置計画が樹てられて、その一環たる北海道と北九州の両チェーンが相次いで実現した。一方長い間空白であったわが航空界は、国の独立とともにわが手に戻り、にわかに活発になった。戦後の航空航法は戦前のそれとは雲泥の差であって、ここにも学ぶべき点が数数あった。そして新しい方式の電波航法援助施設が逐次設置されて行ったのである。そして現在わが国では、世界的規模で且つこれが最後の高精度双曲線航法システムといわれるオメガ網について、その一局を引受けることとし、その大工事が対馬において着着進行中と聞く。わが国は今やこの方面において「世界の中の日本」の道を着実に歩みつつある訳であって、誠に心強い限りである。しかして、この 20 年間わが電波航法研究会は常にこの進歩発展と接触しつつ、ある時期には運輸大臣の諮問に答えるなどして、終始変りない貢献をしながら今日に至った。顧みていささか誇りを持ってよいと思う。

今日までに本会が素朴ながら着実な歩みを続けて来たのは、本会をこよなく愛する多くの先達の方や現会員の皆様の熱意の賜であって、この際総員が一堂に会して 20 周年記念行事を催し、喜びを分かち合うとともに、先達の方に対する感謝の機会としたいと考える。ただ今日までに物故された故井関貢、熊凝武晴の両教授および伊藤庸二博士にはこの喜びを伝えるべくもなく、誠に心痛む次第である。ここに改めて御冥福を祈りたい。

(防衛大学校教授)

随 想

Essays



電波航法研究会創立 20 周年によせて

森 田 清

A Contribution to 20th Anniversary of the
JACRAN

Former President, JACRAN

Kiyoshi MORITA

創立 20 周年と聞くと、全く歳月の経つのが早いのに驚かされる。この間、研究会はずいぶんと他方面にわたって活躍した。定期に会誌を出し用語辞典も出した。またかつてレーダとか、コーナリフレクタなどの運用法規について熱心に討論したこともあった。当時の私は、技術そのものにしか関心がなかったため、その時、何か急に新しいジャンルへ飛び込まされた気分になった事を今でも思い出す。思い起こせば今は既に亡き熊凝先生が大変仕事熱心な方であり、漁労の實際を話され、また初期の南極探検に参加されたその帰朝談を、当会例会席上で極めて興味深く語られたものである。また私自身この電波航法研究会会員たるの故をもって、巴里での航法研究会に東京計器の落合徳臣氏と同道で出席し得、あちらの航法学会の Secretary General, Pierre Hugon (ユーゴン) 教授の知己を得た事も忘れることが出来ない(1959 年)。思えば私は大層当研究会のお世話になった。当研究会は学術的な要素を実務へ橋渡しするという甚だ重要な役割を今までに果たしてきた。これから先もこの任務はずっと継承されねばならないと私は思う。これにちなんで最近気にかかった事を二、三、書き加えることにしたい。

先ず前述の Hugon 教授のことであるが、この方が初めて日本へ来られたとき私が御案内し、さる有力通信機メーカーの工場を参観した。このとき同教授は既にレジオンドヌールの高級の勲章をもっておられたことが赤い小さな略綬でうかがわれたが、その目的は慣性航法機器にあって同社のジャイロとか加速度計とか航空用計測器

などを見られたのである。このあと、同社の研究所長は同社ご自慢の他の無線機器類をついでに御覧下さいといったが、それは断わってやがて辞められたのである。それは自分が専門とするもの以外に心を向けることが多分に時間の浪費であるという考えから出たものであったように、私にとってこの態度は一寸とした印象として今に残った。私などは欲ばりで、あれもこれもと智識を吸収したがる方であるが Hugon 教授は専門に徹していた。考えて見るとこのような人がそれぞれの分野で充分生きてゆける社会は、何でも知ってる人が沢山いることを要求する社会よりも全体として学術レベルが上がることであろう。

もっとも専門といってもその直接の関連分野の知識はどうか。やはりこれをもつことが必要であらう。私自身レーダによる船の衝突防止自動装置には少なからぬ興味をもっているが、それが、初めは対手船一隻だけを頭に描いていた。しかし実際に晴海埠頭から横浜にかけて眺めると大小さまざまな船があまりにも沢山走行しており、その内のどれに対しても衝突防止を考えねばならぬことに気附いた。こうなると対手船選択の問題が当然起こってくるし、コンピュータを用いて最大安全度の決定をせねばならなくなり、対一隻の技術よりも安全システム系としての設定技術がより重要な問題とならう。

終戦後“もくせい号”事件というのがあった。これは日本の飛行機が大島の山腹に衝突し多数の悼ましい死者を出した惨事である。このとき当時有名な漫談家大辻司郎がこれで亡くなった。最近私達は“ばんだい号”が函

館附近の山へくらやみの中で衝突、死者 100 に近く、さらに程なくまた別に飛行機同士の near miss が発生し人間が空から降ってくるという大事故を起こしたのを知っている。どうしてこのような惨事が相次いで起こるのであろうか。

近頃は電波 Clearance 指示計に頼る飛行はやらないそうであるがどうしてなのか？ 気圧高度計と電波 Clearance 計と両方を使い安全性についてこの両者の AND 方式を採用すればこうした惨事は未然に防げたのではないかと私は思う。

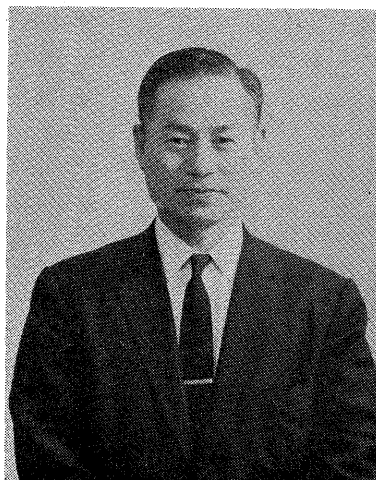
つまり、最近の世情が既に全体としてシステム技術を要求しつつあり、単発の技術のみではどうにも処置し切れない所まで来ており今後益々この傾向は助長されるで

あろうことを示している。

しかし、一方システム技術の発展は、単に大局を見て論ずる人が多くおればそれで済むというものではなくて、寧ろ個々の要素技術、基本科学の専門家が沢山いて、この人達がかってはやはり何か技術の専門家であったという老練な人の下で力を揃え問題解明にと組むことによって初めて解決するのである。

わが電波航法研究会もこの意味からいよいよ多数の会員を獲得し発展し新しいシステム技術がここから生れ、いよいよ航法の世界に大きく貢献してゆきたいものである。

(第2代会長、沖電気工業株式会社宇宙通信開発本部長)



国際センスについて

茂 在 寅 男

On Internationally Sence

Former Vice-President, JACRAN

Torao Mozaï

1. ま え が き

わが電波航法研究会もここに 20 周年記念を迎えることになり御同慶の至りです。思えばその 20 年間に、本会の会員は随分多く国際的にも活躍をして来しました。そして今後ますますその傾向を強めることと思います。そのことに関して、若干なりとも経験を積んで来た立場から、後に続く方々のために、ここに 2~3 の参考事項を述べて、随想執筆の責を果たしたいと思います。

2. 英会話に強くなれ

国際的に活躍するためには、先ず第 1 に語学、特に英会話に強くななければ問題になりません。周知のように、日本人の英語力というものは一種独特のものです。文章を翻訳する力とか、文法を論ずる力とかは強いのですが、会話といったら全く弱いのです。同じ東洋人でも中国人などは極わめて上手に英語を話すのですが、それで彼等が何年位英語を習ったかを聞くと、2 年とか 2 年

半とか答えるのです。しかしそれは本当に 2 年とか 2 年半しか習わないのであって、それで充分流暢な会話力を持っているのです。日本人は子供の頃から親が熱心に教えはじめ、中学から大学卒業までを通して数えると、英語のために振り当たっている時間のなんと多いことか驚く限りです。にもかかわらず話すことも聞くことも不得手なのです。簡単にいって普通の成績で卒業した国立大学の卒業生レベルでも、英会話能力は中級に達していないといって過言ではないでしょう。中級といえ 70% ぐらい英米人の英語がわかり、かなりの発表力があるというもので、英検ならば 2 級程度、ミシガンテストで 80 点以下という処ですが、英語に特に力を入れている人でない限り、これさえ困難といえるのではないのでしょうか。

そこで勉強の仕方ですが、今のように英語放送もテープ教材も多い世の中なら、容易に勉強できそうなのですが、それが実は必ずしも成功しないのです。なぜかという理由を聞かされると始めて理解される話 と思います。が、まず英語放送について考えて見ましょう。あの物凄

いスピードの放送に耳を傾けて我慢をし続けければ、やがては馴れてわかるようになるだろうと考えるのが普通ですが、この方法だけでは無理なのです。それはアメリカに移民して30年も40年も過ぎている人が、今でも英語を理解できず、話すこともほとんど出来ないという例のあることを思えばうなづけることではないでしょうか。それは英語放送を聞いている時に、理解できなかった部分がそのまま終わってしまい、一度も再検討がなされないからなのです。従ってなんの实りもなしのまま、ただ音楽のように耳にひびいている英語を、音として聞いているだけに終わったということになるからです。

この勉強法の欠点を解決するにはテープレコーダの利用が良い。簡単にいって分間のニュースを録音したとすれば、それを完璧に理解し自分のものとするのに3時間を必要とするという基本的な姿勢です。先ず全体を聞き、紙の上に自分で理解した大意を英文ででも日本語でも書く。これをさらに2~3回繰り返して、自分の書いた大意の欠点箇所を修正する。正直に言って、中級程度の人にはこれだけでも楽なことではないはずだ。

次に録音の1節ずつを正確に聞こうとはレコーダを止めて、1小節の全部を紙上に書き取る作業をします。全部でわずか3分間の録音とはいっても、この作業は相当の時間を要します。そのうちどうしても、何度テープをリピートさせても理解できない部分が出てくることが時々あります。これは独学である限り遂に解決できません。これを避けるためには、ニュースの実際録音よりも、別に教科書のついているものが良い訳で、そうしたもので力をつけた上で、ニュースの録音にアタックするというような方法が望ましいようです。いずれにしてもこの方法がヒヤリグ上達の最良の方法であると私は信じています。御参考にして頂けたら幸いです。

今度は発音の練習についてですが、これには英会話のためのテープがいろいろとあるので、その利用が当然考えられますが、実はこれだけでは効果はあがらないのです。それはどうしてかという点を理解して頂きたいと存じます。

私は茨城県生れの者でありますのでこの点は説明し易いのですが、私達が小学生のころ国語の教科書に「カラスガイマス、スズメガイマス」という文章がありました。しかしこれは先生も生徒も正直のところなんの疑いもなく「カラスガエマス、スズメガエマス」と、発音して授業が進められていたのです。茨城の方言であって、これを他の地方の人が聞いたなら極めて滑稽な話にちがいありません。しかし本人達はマジメでそう発音して勉強していたのです。私がそれに気付いたのは、立派に成人した後であって、特に意地悪くひとを困らせるくせ

のある私の親友から、徹底的にヤリコメられた時からです。その時の二人のやりとりは今でも忘れられません。彼は次の様に私に質問したのです。そして私は次のように答えたのでした。

「衆議院議員とって見ろ」「ウン、シュウギエンギエン」。「それなら医務室は?」「ウン、エムシュツ」。「1円50銭は?」「エチインゴジュッセン」……。それ以上をいう必要はないでしょうが、テープによって英会話独学をやる人はこの間違いに気付かずに、無駄な努力を続けることになるおそれがあるのです。

テープは正確に Three と発音していても、まねする人は Sree と発音して勉強するという間違いです。こうした間違いをあげれば切りがありませんが Long は Wrong と、Lace は Race と、Love は Lub と Truth は Truce と、Flame は Frame と発音して平気でいる訳です。Salary とか I think などという身近かな言葉に至っては、全くメチャクチャであるのが普通です。そこで、理屈では既に知っているこの L と R, S と Th. a と ir などの基本的発音を、最初に徹底的に、英語を母国語とする国民からでも教えてもらって後でなければ、テープによる英会話練習は効を奏さないことを知るべきです。

3. 講演するには

さて今度は、国際会議あるいは学会で実際に講演をする場合についてですが、一般に提出原稿そのものを読み上げることはきられます。そこでその原稿を聴取者が手にしていることをたてまえとしての説明講演をしなければならないわけです。このことは英語を母国語とする国民にとってはなんでもないのであるが、われわれにとっては大変な作業です。

これについては、提出原稿のあちらこちらを取捨して簡単な説明をそえる形で説明用原稿を作りなおし、それを読みながら講演するのが最良の方法でしょう。ここでもテープレコーダは非常に役に立ちます。講演の時間は15分間とか20分とかの制限時間ですので、自分の説明用原稿が丁度その時間でできるかどうか、ホテルにおいておらかじめテープレコーダを相手に何回も練習するのです。私の経験からすると、この方法が最も効果があがったように思われます。

講演が終わって後、ディスカッションに入ってからが実は大変であって、この時こそ本当に面喰うことになるのが普通でしょう。何しろ壇上においては英会話の能力も半減してしまい、普通ならば何でもな程度の会話にも言葉がつまってしまうものです。

この場合、最も良い切り抜け方法は、筆者の経験からすると次のような言葉を入れて応答するのが良いと感じ

ました。すなわち、「私は日本人なので、自由な会話になると余り上手に話ができませんので、ゆっくり話をして下さい」というのです。正直いって、その言葉を行うことさえ言葉につまるものです。そのことを始めから覚悟して、前もってそのような必要な言葉はいくつかメモに書いておき、それに目を通しながら話をするのも手ではないかと思います。

4. ローマ人のように

郷に行けば郷に従えという諺を、あちらでは「ローマへ行ったらローマ人のするようにせよ」という言葉になっていることは周知の処でしょうが、このことは意外と回数多くあちらで使われていることを、あるいは御承知ない方が多いかも知れません。この「ローマ人のするように……」という意味の中心点は、もちろんエチケットに関してであると見るべきでしょう。

私自身が野人であってエチケットなどを口にする人が笑うと思うですが、それでもいかに普通野人といわれる者であっても、檜舞台に立たされたら立派に千両役者が勤まるのでなければならぬものと考えている次第です。西洋流の最小限のエチケットは心得ていなければ日本人の恥を代表してかいて来るようなことになりかねないと思っています。

西洋式のエチケットなどといって、誰でもそのようなことは知っているといわれるかも知れませんが、実はそうではありません。つい最近でも私は日本の一流メーカーの営業担当者と食事を取った機会が2度ありました。そして、またも「やはり」の感を深くしました。一流会社の営業マンともあれば当然国際的に活躍しているであろうに、なんと彼はナイフもフォークと同様に口に運んで平気なのです。もう一度の場合はコーヒーを飲むのにズルズルズルと大きな音をたてて飲んでいました。私のような野人でさえ、これでは……と首をひねる位ですから、国際的な接触においてこんなことをしたら、まゆをしかめられるのは当然でしょう。

とにかく最小限のエチケットとして、液体を飲むのにけって音をたてないこと、人にわかるようなゲップは出さないこと、ナイフを口へ持って行くようなことはしないこと、人に会うときはアポイントを取ることなどの初歩的な西洋流エチケット程度は心得ていなければならないと思います。

5. 社交性とウィット

外国ではパーティーで長が長がと挨拶するのを最も喜ばれます。そればかりでなく、ディスカッションとか軽い座談のときなどでも、自分の立場をながながと述べて

から本論に入ることを嫌います。ところが日本人はこの過ちをよくおかします。

しかしその半面、こうしたパーティーにおいて、グループの中で話題の豊富なのは非常に喜ばれます。そのあたりの呼吸をつかむことがいわゆる社会性というものではないかと思います。しかもその話題には適当なウィットが織り込まれることを喜ぶようです。

数年前に京都において日英エレクトロニクス国際会議がありました。その際のイギリス側団長は有名なロバート・ワトソンワットで、同伴の技術者は第1線の約60名、これに対して日本側の団長は元本会会長だった古賀逸策先生で、出席したエレクトロニクス技術者は約120名、本会の現副会長岡田実先生と私とは、それぞれセッションの議長として参加、その他本会会員の方々も数多く参加されました。その席上、古賀団長はほとんどの挨拶を英語でしておられましたが、最後の閉会の挨拶のときは日本語で挨拶し、その中で「英語と日本語という完全に異なった言葉であるにもかかわらず、これを三日間にわたって同時通訳してくれた通訳団にも謝意を表します」と意外な方向へ謝辞をのべたすぐその後、「その世界に誇る通訳団を一度も利用しなかったということになるのも残念ですので今回私は日本語で挨拶する次第です」と、短い挨拶の中にもウィットを織り込んだのは非常な拍手でしたが、社交性とか国際性とかいうものはそのような種類のものではないでしょうか。

昨年私は欧州航海学会連合会で、500人の出席者の中の唯一人の日本人として参加して、その模様はすでに御報告申し上げた通りですが、最終のサヨナラパーティーは極わめて盛大でした。そこで、同会議が日本への敬意を表わしてか、私は最上級のメインテーブルに席を設けられ、隣には、同会議最高責任者の令嬢ミス・キオデリーがはべって、何かとアテンドしてくれるというありさま。メインテーブルにいる関係で、幹部達のやりとりの言葉がイヤでも耳に入ります。その中で彼等が「X氏には挨拶をたのまない方がよいよ。彼の話には船舶用ブレーキが必要だぜ」といって私に視線を送り片目をつむったのには苦笑せざるを得ませんでした。「船舶用ブレーキについて」というのは私の同会議での講演テーマだったからです。

このような雰囲気の中では、突然私は指名を受けて短かいテーブルスピーチなど要求されるおそれがあります。当然そうしたことは前もって覚悟が必要です。私はとっさに次のような発言の準備をしました。

「私の記憶によれば、日本人が初めてローマを公式訪問したのは1585年に伊東マンシヨを団長とする少年使節団だったはず。その時ローマでは軍楽隊や衛兵、騎

兵、槍兵に前後を護衛させて、非常な歓迎のうちに法王に謁見してくれました。そのことは今の日本人は誰でも歴史として教えられておるので忘れることができません。それから385年後の今、私はこのメインテーブルに席を興えられて非常なもてなしを受けています。昔に変わらぬこのおもてなしを私は心から感謝します」と。

その準備は無駄にはなりませんでした。全体への挨拶ではなしに、私を囲んで非常に多人数のグループができ

た時に、その準備した言葉が非常に役立った訳です。

以上、私自身が国際場裏においてあれこれと不安を抱きつつ、何回かの経験を経ましたので、今でも自信を持ってないまま、陰での心構えを、御参考になればと思い包まず申し上げました。暴言御許し頂ければ幸いです。そしてわが電波航法研究会が今後ますます発展されますことを心からお祈りする次第です。

(前副会長、東京商船大学教授)



電波航法と私

岡田 実

Electronic Navigation and I

Vice-President, JACRAN

Minoru OKADA

私は大学を卒業して以来今日まで40年間電波航法と共に生きて来し、これからもその研究を続けるつもりである。

研究の第一歩は航空機や船舶に電波によって目を与えることの研究であって、方向探知機の自動化やラジオビーコンの改正にはじまり、全方向式ラジオレンジの考案へと進んだ。

現在のILSと同じ原理の着陸援助方式についても特許をとり野外実験もした。

しかし実用されるようになったのは中波の回転式ビーコンだけで、他は戦争の開始によってこれを完成させるまで続けることができなかった。

当時を回顧すると全く隔世の感が深い。

当時は研究の対象が一つの船舶、一つの航空機であって、それで十分であった。

それが今日では多数の船舶や航空機の流れや相互の衝突を考慮することなしには、どんな研究も意味をなさない。

また当時は船舶や航空機上の他の計器や操縦系統とは全然独立した系として航法装置の研究を行なったが、そ

れでよかった。しかし今日では完全に全装備の一部として、いや航海や航空に関連する地上の施設をも含めた運航に関する全システムの中のサブシステムとして、これを捕えなければならない。

さらに、単に船舶や航空機が安全に運航できればよいというだけでは、まだ不十分であって、例えば騒音というような社会生活に与える影響をも考えに入れなければならない。

したがって今日では多くの研究者の協力なくしては航法の研究は行なえない。

そしてこのような変化が加速度的に生じたことを歴史が示す以上、今後の研究は単に目さきのことを解決すれば事足りた過去のそれとは全く異なり、10年後20年後を見通した総合的な考察の上に立てられた計画の下に行なわなければならないのだ。

これからの研究は中々骨の折れることであろう。

それでも私は死ぬまで若い諸君と共に電波航法の研究を続けたいと考えている。(副会長、工学院大学学長)

(46.10.15)



目と耳と口と

真 田 良

Through Our Eyes, Ears and Houthes

Auditor, JACRAN

Makoto SANADA

電波航法研究会の20周年記念号というおめでたい誌上に、私ごときものの駄文を載せは、折角の記念号をけがすことと誠に汗顔一入の思いがする。

船主協会に在るわけからか、何か書けとのことである、さて書かされるいわれを自分なりにたぐって見ると、たしかに電波航法研究会とはその発足当時から、正に20年つながって今日に至った。長くもあり、短かくもある20年の歳月、おつきあいがあった。で、僭越をも不省、駄辞を弄する、よろしく御免を蒙りたい。

馬鹿な戦争のために800万トンの商船を全部沈め終わったところで敗戦となり、御承知の如くゼロから再出発した日本商船隊が、今日ここに保有船腹2,700万G.T.、実質世界一の船腹保有国として世界海運をリードする勢いとなったわけであるが、この間、船舶運航面における技術革新は誠に目ざましく、その中でことナビゲーションに関しては、電波航法が大きな支えとなっていることは万人の認めるところ。電波航法研究会は、戦後の日本の商船が電波を身につける窓口の役をし、船で使える、使うべきエレクトロニクスをそしゃくして血と肉にするはたらきをしたといえる。

電波の話は誠にむづかしく、電波技術の原理面における20年の歴史経過内容については、到底私ごときの筆になし得るものでなく、それぞれの方が御苦労の程を語られるはずであるので、私事にわたって恐縮乍ら、船乗り、戦争、電波と、三題噺めいた談義で御勘弁願いたい。

世界中を廻ってやろうと思って船乗りになったのだが、商船学校を卒業したのが開戦直前、いかんせん、こと志と違ってカムラン湾で開戦となり、次いでマレー半島はシンゴラ、コタバルの敵前上陸輸送作戦を皮切りに、シンガポール占領、ここで手をうてばよかったものを東条タイショウ大間違えは御覧の如く、風呂敷は押しひろげられるままにこの私も、ビルマ作戦、フィリピン戦

定作戦にコキ使われて、あげくの果ては、太平洋戦争の天王山といわれたガダルカナルの死斗の最中、御用船の墓場となつてラバウル、ショートランド、ニュージョージア海域輸送にプチ込まれたのが17年秋、そのあとは、ひろげた風呂敷は穴を開けられ、ズタズタに切裂かれて、前線根拠地ラバウルへの輸送も途絶え、死にはぐれて私はマーシャル輸送作戦に、トラックを基地としてマーシャル海域を敵の潜水艦と飛行機にさらされてさまよい歩いた。ガ島作戦に、当時よりすぐった優秀商船隊のほとんど残り全部が、片道航海ならまだしも、途中爆沈の因果を含められて、悲しい陸軍御用船の業死を遂げたあとは、往時欧州航路の華を競ったおもかげもない老残の賀茂丸のようなドタ船が、制空・制海権共に失われた17年暮頃のソロモン海域を空爆破口を仮纏帯しながら、浮上敵潜に嘲弄されたり、ロッキードの急降下に念仏を唱え乍らも、ついに死にはぐれたのだから、不思議といえば不思議、乗っていた私も余程の悪運強いことではあった。賀茂丸から乗替えた、当時新造幾年も経たない興津丸はマックアーサー、ニミッツの島伝い北上攻勢のまにまに、トラックからブラウン島飛び基地急造の輸送中、ボナペ北方で、先ず護衛駆逐艦が魚雷で刺され火ダルマ轟沈のあと、被雷沈没、九死に一生を得てボナペに這いずり上り、しばらく土人の生活をしてから、サイパン陥落スレスレに内地帰還したのが19年春、も早南の方へは行けなくなり、室蘭から新潟へ鉄砲玉のもとになる銑鉄輸送に貴船丸で従事、揚句、新潟入口B29の投下機雷に触雷、沈没、残務整理、終戦、……。これが私の、戦争、御用船、死にはぐれを1頁にした経過である。

さらに要約するならば、大東亜戦争とは、太平洋戦争であり、船の戦争であった、パールハーバーで敵の向う脛をだしぬけに蹴っとばし、シンガポールでパースバルの目を白黒させたまでは、いわば、ヤクザであれば誰に

でも出来た芸当であった。開戦後やおら立ち上がった米国は、裾野広いサイエンスを結集し、1年足らずのうちに、レーダ爆撃、高波探信水雷発射と、エレクトロニクス総攻撃に転じてきたわけだ。片やわが方御用船は、ついに最後まで、丸腰はおろか、「大和ダマシイ、精神力を以って見据えれば、敵潜望鏡を発見し得るのだ」と、戦後国会議員となりビルマかに消えたいらしい、当時陸軍参謀辻ナニガシが、17年秋わらじがけで御用船のブリッジにかけ上って来て吐いた叱咤であった次第で、潜望鏡も出さないで楽沈できる敵の大将マックアーサーに見れば、「船無くてなんの南方資源かな」と濠州から放送を流しもした通り、竹槍では何とも仕方ない訳合いのまま、護衛艦という名の沈没見とどけ艦にうらみを残して沈んで行った船乗り仲間のことを思うと、誠に以って言語道断、沙汰の限り、よくもまあ、赤紙1枚で沈めも沈めたり800万トン、殺しも殺したり6万の船乗り、今だったら全日海のあの力を以てすれば、御用船おことわりの、戦後やられたよりもっと一番立派なストライキができたのではないかと馬鹿な連想も馳せるところ……。

(ただし、戦争に敗けてほんとによかったとは、心底からの私の感懷である。)

口をふさがれ、目を閉ざされ、ブタれ放題、ケツ飛ばされ、悲願とうらみはつものエレクトロニクス。因みに、戦争中の大方の商船は、ジャイロ、サルログなども一部の優秀船に限られ、大方はマグネティックコンパスとセクスタントで歩き廻り、ちゃちな方探と針金をくり出す測深機はたまに使う状況であった。

終戦により立ちくらみ、フスケを覚えた一面、人間復活の方向は開かれた。四面環海、物資皆無、商船なくては立ちゆかぬ国柄、船も歩き始めた。エレクトロニクスへのこもりにこもったうらみは、当然前途方向に発散される。何としてでもレーダをものにしないことには、…、ロランがあり、デッカでアプローチも……。

三題噺はこれまで……。

電波航法研究会 20年の経過において、前半10年は、戦争の反面として発展した電波航法技術の立ちおくれと戻しが急がれたといえよう。そして国際レベルに這い上れたこのベースをもとに、次の10年めまぐるしいばかりの技術革新の波に立ち向って今日に至ったといえる。この間、古賀先生のようなお方が会長として親しく御指導を賜ったことは誠に光栄なことであった。

1昨年、サザムブトンにおいて、処女航海を終えたQE 2で、商船使用のはしりとして NNSS が分解補修されているのを見聞したが、丁度ジャイロ開発の昭和14~5年頃、セコンドメートがはれものにさわるようにジャイロを可愛がっていたことが回想された。ジャイロもそのような初期の年月を経て、マグネティックに代わり、レーダと共に商船に定着した。航海衛星からオメガ、はたまたドプラーシステムなど、今後とも引続いて電波航法研究会を煩らやす諸問題が幾多横たわっている。

航海者としては、「エレクトロニクスよ、おどるなかれ」としっかりとふまえつつ、エレクトロニクスを血と肉にとり入れてゆかなければならないことである。

(会計監査、日本船主協会常務理事)

昭和 46 年度 電 波 航 法 研 究 会 役 員 名 簿

会 長	松 行 利 忠 (防衛大学校教授)	柘 植 茂 二 (日本無線株式会社)
副 会 長	岡 田 実 (工学院大学学長)	徳 田 迪 夫 (日本郵船株式会社)
	庄 司 和 民 (東京商船大学)	鈴 木 裕 (東京水産大学)
企画幹事	岡 田 高 (沖電気工業株式会社)	鈴 木 務 (電気通信大学)
	柴 田 幸 二 郎 (安立電波工業株式会社)	小 野 確 良 (海上保安庁)
	三 嶋 虎 夫 (大阪商船三井船舶株式会社)	会計監査 真 田 良 (日本船主協会)
	久 木 田 実 守 (日本航空株式会社)	岩 佐 作 一 (水洋会)
	今 吉 文 吉 (海上保安庁)	常任幹事 (出版) 木 村 小 一 (電子航法研究所)
	只 野 暢 (海上保安庁)	(会計) 飯 島 幸 人 (東京商船大学)
編集幹事	岡 田 高 (沖電気工業株式会社)	(庶務) 豊 福 滋 善 (海上保安庁)
	柴 田 幸 二 郎 (安立電波工業株式会社)	



Retrospection

電波航法研究会 20 年の回顧

Recollection of Past of Twenty Years of Japanese Committee for Radio Aids to Navigation

その 1 創 設 時 代

防衛大学校* 松 行 利 忠

Part 1. Time of Foundation

Japan Defense Academy*

Toshitada MATSUYUKI

1. 本会設立時までの情勢

わが国のあらゆる世相において、この過ぎ越し 20 年は正に、隔世の感という言葉がぴたりと当てはまる流動期間であったが、わが電波航法界においても御他聞にもれない。いま当時のわれわれが置かれていた環境を思い出そうとしても、雲の彼方にあるような気がするのが実感である。

ようやく戦争が終ってから 3 年目、私は通信院電波局（当時）か新設の海上保安庁へ移って、初代通信課長を命ぜられた。その前後に知ったことは、戦時中の情報で名前だけ聞いていた「双曲線航法」なるものが、ロランという名称で実用システムとして動き始めており、その 1 局が進駐軍によって伊豆大島に設置、運用されていること、また極秘兵器といわれたレーダが、すでに欧米においては民間用に公開されているが、わが国では総司令部からの指令で、その研究、製造、購入、使用等一切が禁ぜられていることなどであった。当時食うや食わずの日本人にとって、これは高嶺の花ということなのであったろう。

しかしその後南極洋捕鯨が許され、その船団の母船に旧海軍のわずかに残っていた 22 号電探（レーダ）の搭載が認められるというきっかけがあり、一方昭和 25 年度から海上保安庁に新しい巡視船が設計建造されることに

なったのと相俟って、レーダに対する関心が高まった。そこで私は担当課長として、総司令部 G 2 の無線担当部員であったランソウ中佐を通じて、巡視船にレーダ搭載の許可を要望した。遭難船の早期発見に役立たせるためという理由においてであった。あとで聞いたことであるが、民間側では故伊藤庸二博士等を中心とするグループが、同じく総司令部に対し一般船舶へのレーダ搭載許可の陳情を熱心に行っていたということである。

昭和 25 年 6 月に勃発した朝鮮事変は、諸情勢を大きく変えるきっかけとなった。米軍のロラン網が日本海方面に急速に展開されたのがその 1 つである。これは朝鮮半島に出撃する爆撃機を正しく誘導するためと知った。海上保安庁の勢力増強が総司令部から指令され、そのための予算が大幅に認められたのもその 1 つである。

一方レーダに対しては、ようやく新指令が發布され「レーダの研究、製造は依然として認めないが、外国製レーダを船舶に搭載することを許可する」という内容であった。われわれの前に立ちふさがっていた壁が、やっと一部開かれたという感じがしたものである。これで国鉄の青函連絡船と、海上保安庁の巡視船とに逸早く米国製レーダが装備される運びとなった。

さて当時のわが国の電波航行援助施設はというと、昭和 2 年から通信省灯台局が建設して来た「無線方位信号所」が、北海道から東北、関東両地方の太平洋岸を経て

* 横須賀市走水 1-10-20 (No. 10-20, 1 chome, Hashirimizu, Yokosuka-shi)

伊豆半島までに、会計 15 箇所あって、中波無線標識業務と、同無線羅針業務を行なっているに過ぎなかった。

2. 本会の設立の経過

以上のような周囲情勢の中で、たしか昭和 26 年 4 月頃と思うが、海上保安大学校の菊池秀之教授が私の処へ来られ、電波航法に関係のある人達を集めて勉強会を作ったのはとの示唆があった。少し前から小グループでやっておられたが、もっと広げてということであった。私もおかねて心に抱いていた事柄として二つ返事でお受けし、早速行動を起こしましょうと約束した。先ず会の名称をどうするかを考えた。その頃までに「エレクトロニクス」という言葉がわれわれの耳にも入っており、うまい言葉だと思っていたので、「エレクトロニクス・ナビゲーション」という捕え方をすることにしたが、さて通訳が見つからない。大いに困って最初のたたき台としての設立趣意書の素案には、とりあえず「電子管航法研究審議会（仮称）設立の件」とした。この時は形としては海上保安庁に設置の「審議会」とするのが望ましいとしたのであるが、当時審議会は予算の関係上各省毎に一つに限るという政府の申し合わせがあるということで取り上げられず、予算のつかない単なる「研究会」ということになった。

この時の素案はつぎのようなものであった。

電子管航法研究審議会（仮称）設立の件

1. 設立の趣意

近時電子管を応用した航海器具としてレーダ、ロ・ラン、音響測深器、無線方向探知器等各種の新しい機材が考案せられ、わが国でも逐次その真価が認められて実用段階に入ろうとするすう勢にあるが、今の処こうした機材を駆使しての所謂電子管航法については欧米に比して極わめて立遅れの状態にあり、早急にこれを取返す必要があると考えられる。電子管航法によれば一中略一航海安全を確保する上において一中略一その効果は極わめて大なるものがある。よって海上保安庁にこれに関する審議会を設置し、広く関係者の参集を求めて研究を行なうとともに同航法実施上の各種の措置を遺憾なく推進せしめる下地を作ることを必要と認める次第である。

2. 本会の目的

本会はつぎの目的を持つものとする。

(1) 電子管航法の奨励、指導

電子管航法について啓もうを行ない、船舶安全上これを奨励指導するため各種の面から検討を行なうこと。

(2) 電子管航法用機材並にその運用の技術的検討

各種電子管航法用機材についてはまだわが国にお

いて充分検討を加えられていないものがあり、航海安全上必要とする最低技術基準の如きも全然整っていない状況である。よってこれらにつき技術的検討を行ない技術基準作成の素地を立案すると共に、またこれら機械を運用する航法についても航海技術的に検討を行なう必要がある。

(3) 電子管航法用航路標識、位置表示標識の充実に関する検討

電子管航法の普及に伴いこれに対応する航路標識および位置表示標識を必要とすることは明らかである。よってこれについても検討を加え、その発達整備に寄与する。

(4) 電子管航法を基準とした現行海事関係法規の再検討

電子管航法の普及に伴い現行各種海事関係法規に加除訂正を加えまたは国際条約の内容の変更に即応する構えを必要とする事態にも立至るので事前にこれが検討準備を行なう。

3. 構成

海上保安庁長官を会長とする諮問機関としてつぎの各部門より選出された委員を以て構成することが考えられる。

海上保安庁関係各部、同海上保安大学校、運輸省船舶局、同海運局、同船員局、同運輸技術研究所、航空庁、海難審判庁、国有鉄道輸送局、同信号通信局、航海訓練所、海務学院、商船大学、水産大学、商船管理委員会、東京大学、電波監理委員会、電気通信研究所、日本郵船、大阪商船、三井船舶、日本電気、東京芝浦電気、日本無線、沖電気、東京計器、三波工業、日本機械貿易、NHK

「研究会」となった本会の所管部局としては庁内の海事検査部が当るということになり、その下の海難防止課が今の事務局を担当することにきまった。以上のような下ごしらえの後いよいよ設立の具体化を進めることとし、いわゆる発起人会なるものを開催した。記録によると「小雨の降るある日、松行、庄司、伊藤、木村、竹中、藤崎、原田、今吉の諸氏が海事検査部長室に集まった」となっている。菊池教授の名が出て来ないのは、この時までに海上保安大学校が深川越中島から呉へ移転することにきまっていた関係ではないかと思われる。

この会議では、新しい観点に立って広く官界、学界、民間の関係諸組織に呼びかけ、また運用、技術の両面を打って一丸とした相互啓発の実のある研究会にしようということになった。今の委員長としては東大教授の古賀逸策博士をお願いすることとし、私が交渉の衝に当たったが、君が副委員長をやるなら引受けてもよいとのことであり、そのようにお願いすることになった。会員への動

誘については事務局や、発起人が手分けして動いたが、会としては一文の予算もなく、したがって会員は皆いわず手弁当で集まっていたと云った形であったにもかかわらず、ちょうどタイミングが良かったのであろうもう然として参加申込みがあり、中にはこのことを伝え聞いて是非自分等もと申し出られる向きもあって、忽ちにして会成立の見通しが立った。この間伊藤研究所の前掲の伊藤庸二博士、日本無線会社社長で水洋会会長の河野広水氏、同じく水洋会の北田宗一氏等の方々の強い御支持を得たことを特記する。

3. 本会の発足

昭和26年9月25日、海上保安庁第二会議室に会員全員の参集を求めて第一回会議を開き、ここにいよいよ本会は発足した。

会議は古賀委員長を議長として進められ、別記の研究會規則を採択し、今後の会議の運営方法などについて種種意見がかわされた。

電波航法研究会規則

第一条 海上保安庁に電波航法研究会（以下研究会という）を置く。

第二条 研究会は海難事故発生の防止に資するため、電波航法に関し左に掲げる事項の研究調査を行なう。

一 電波航法の指導奨励

二 電波航法用器材並びにその運用の技術的検討

三 電波航法用航路標識し位置表示標識の充実に関する検討

四 電波航法を基準とした現行海事関係法規の再検討

第三条 研究会に委員長、副委員長各一名、委員および幹事若干名を置く。

第四条 委員は海上保安庁および関係行政機関の職員並びに学識経験のある者のうちから選ぶ。

第五条 幹事は海上保安庁の職員その他適当と認めるもののうちから選ぶ。

第六条 委員長は会務を総理する。

第七条 研究会の庶務は海上保安庁海事検査部海難防止課において処理する。

附 則

この規則は昭和二十六年九月二十五日から施行する。

以後会議はかなり間を詰めて6回に亘って開かれ、その間種種なテーマについて調査、研究の成果の発表があり、会は好調な滑り出しを示した。その間にさらに専門的分野についての調査、研究を進めるため、運用部会と器材部会の2つの専門部会を設けることが決定された。

なお会で発表された報告を編集した「電波航法研究会研究報告 第一輯」が刷さ印れたが、これが大好評で入手希望の向きが多く、早々に品切れになってしまうという有様で事務局をあわてさせた。その後の発表をまとめた第二輯、第三輯がより部数をふやして印刷されたが、この形の発表形式はこれで打ち切りとし、他の形に移行したのである。

部会設置決定によって組分けのきまった委員および幹事名はつぎの通りであった。

委員長 古賀逸策 副委員長 松行利忠

運用部会長 井関 貢

器材部会長 森田 清

◎運用部会構成委員および幹事

氏 名	所 属
委 員	
井 関 貢	海務学院
古賀 逸策	東京大学
関谷 健哉	航海訓練所
北原 久一	同 上
熊凝 武晴	水産大学
吉沢 幸雄	国有鉄道
甘利 省吾	電波監理委員会
中島 幸松	高等海難審判庁
河野 広水	水洋会
池谷 増太	I.R.L.A.
伊藤 庸二	伊藤研究所
斉 水 功	海上保安大学校
塚田 俊逸	船主協会
片桐 儀礼	同 上
池田 佐重	同 上
松平 直一	海上保安庁
松崎 卓一	同 上

幹 事

栗田 健雄	海上保安庁
西山 顕一	同 上
今吉 文吉	同 上
伊 藤 実	同 上

◎器材部会構成委員および幹事

氏 名	所 属
委 員	
森 田 清	東京工業大学
大 岡 茂	電気通信大学
庄司 和民	商船大学
田井 梁之	国有鉄道
奥 田 等	運輸省
木村 小一	運輸技術研究所

波多野 浩	I.R.L.A.
中 島 茂	水洋会
田島 一郎	同 上
森 憲 二	同 上
安田 英一	電気通信工業連合会
山岡 松雄	航空庁
菊池 秀之	海上保安大学校
石 割 正	航主協会
斎 藤 馨	同 上
松行 利忠	海上保安庁
幹 事	
藤崎 道好	海上保安庁
村 田 茂	同 上
内野 正近	同 上
相 原 隆	同 上

部会がいよいよ発足したのは昭和27年2月であって、

運用部会は2月5日に、器材部会は同19日にそれぞれ第1回会合を開き、以後両部会とも極わめて活動が続けて行なった。いま両部会の当初の研究テーマを若干拾って見るとつぎのようである。

運用部会—

レーダーおよびロランの利点調査表の検討

レーダーログブックの検討

ロラン位置の線の誤差について 等

器材部会—

レーダー性能調査について

コーナーリフレクターの実験結果

コーナーリフレクターの形状と指向性

英国のレーダー規格について

日本および米国のレーダー規格について 等

こうして新しく進水した「電波航法研究会丸」は、乗組全員の熱意に支えられて、知識の海をその舳で切り拓きつつ、前へ前へと進んで行ったのである。

その2 電波航法研究会そもそもの話

東京商船大学* 庄 司 和 民

Part 2. The History of Foundation

Tokyo University of Mercantile Marine*

Kazutami SHOJI

20年前、電波航法研究会が発足しまして、今はもうすっかり、基礎も出来上り、一人立ちして行くようになりました。しかし、その誕生の頃をふりかえりますと、感慨ひとしおのものが御座居ます。

どんなものでも、出来上りはもやもやとしたものから次第に形が出来上るものですが、電波航法研究会も、その例にたがわず、誕生のときは、皆の努力がいつのまにか実ったという気がします。

そもそもの始まりは、昭和25年、現在の東京商船大学の専攻科の前身である海務学院が越中島にあった頃でした。今の本校舎は進駐軍から自衛隊にわたされ、私共は、裏の方の木造バラックで、一旦社会に出られた卒業生の方々のうちから向学心に燃えた20名の学生を2年課程で計40名迎えて海務学院にて授業をしていました。

終戦後米国から見せられた電子技術に、これは負けてはいけないと電子技術を応用した航海装置の研究を推進することの必要性を感じまして、当時海務学院の井関先

生、鯨島先生を説いて、広く官庁、学校、船会社に呼びかけて「電子航海計器研究会」を開きました。

第1回は三波工業の森精三氏を迎えて、「レーダについて」講演していただき、第2回は筆者庄司が「ロランについて」、第3回は同じく筆者庄司が「青函連絡船のレーダについて」と題して報告させていただきました。

毎回、航会社等から3、40名の参加者があり、熱心に討議されたものでした。

昭和29年12月9日第3回の電子航海計器研究会が終ってから、鯨島先生、庄司、菊池秀之先生（海上保安大学校）、伊藤実先生（海上保安大学校）の4人が集り、もっとこの会を強力なものとするため、官庁主催の研究会とする様に各方面に働きかけることになったのであります。

鯨島と庄司は、学校関係、航海訓練所、船会社、審判庁、協会、東京計器その他の業者に誘いをかけ、菊地と伊藤は海上保安庁、運輸省、国鉄、電通大学等に働きかけるというような分担を定め説明に歩いたものです。

* 東京都江東区越中島 2 (2, Etchujima, Koto-ku, Tokyo)

大方の賛成を得ましたので、別記のような電子航海術研究会の発展的解消の挨拶と共に仮称電子管航法研究会発会準備のための発起人総会の勤誘をいたしました。

昭和 26 年 7 月 3 日運輸省海運局調整部長室で海運局内の連絡会議を開いて打合わせを行ない、さらに現在の会長松行利忠氏が海上保安庁長官附であったので同氏の尽力により、同庁海事検査部長松平直一氏と共に推進役として海上保安庁が当り、当分の間、海難防止課が世話役をすることに話がまとまったのであります。

そして海上保安庁次長山崎小五郎氏の名前で、電子技術航法研究会開催についての案内状が出され、9 月 25 日に第 1 回の会合がもたれたのであります。

9 月 25 日第 1 回の議事は名称、委員長、副委員長の推薦、運営方法等が議せられたのであります。

これからは、確実に会が基礎づけられ、今日に至ったもので、この間の各部の方々の熱意と御協力にはた頭が下る思いがしました。

別紙として、

1. 電子航海術研究会の発展的解散の挨拶状
2. 仮称電子管航法研究会発会準備状
3. 電子技術航法研究会開催通知
4. 第 1 回議事録抄

を附け加えて、大方の御参考に供します。

1. 電子航海術研究会の発展的解散挨拶状

前 略 昨年発足した電子航海術研究会も、兩三回、会を重ねささやかながら新しく登場したレーダー、ロランに対して問題を提供して来たのでありますが、此度もっと広く呼ぶかけて多くの同好の士を集めた研究会に発展させ、この方面の航海技術の立遅れを取り戻し、世界に伍して劣らない海運国としたいという声が各方面から起りましたので、遠からずその態勢を整えて皆様にお呼びかけ致すことになりました。私共の念願としましては会費等にはとらわれない純粹の同好者の研究会として、月に一回位づつ定期的に研究討論会を催ほし、その時どなたでも気軽においで下さって、自由に意見なり資料なりの御交換がありがたいと思っております故、御案内差上げました節は何卒よろしく御誘い合わして御来会の程を御願ひ致します。 敬 具

昭和廿六年六月卅日

東京都江東区深川越中島町八

商船大学東京分校内

電 子 航 海 術 研 究 会

2. 仮称電子管航法研究会発会準備状

昭和二十六年六月二十五日

海上保安大学校 第五教室

仮称 電子管航法研究会発会準備の件

電子管航法研究会は既に商船大学海務学院に於て航海学会とは別に兩三回開かれておりました（聴講者五〇名以上）

今後この研究はもっと枠を拡げてすべてを包含網羅して新発足をする必要がありますので準備を進めたいと思います。

取り敢えず数人の世話人を設け一〜二ヶ月内に準備を完了して発起人総会を開き、本会の運営を一日も早からしめんと希望する次第であります。賛成人は左記の通りであります。

記

賛成人 商船大学 鮫島直人、庄司和民

海上保安大学校 校長 伊藤邦彦

第二教室 山本幸夫、児島 茂、斉田時太郎
広田伯郎、藤崎正治

第三教室 斉木 功、榊 正三、伊藤 実
坪井清彦

第四教室 則武勝馬、三好 豊、清水信重
小川 勝

第五教室 菊池秀之、大岡 茂、井上久四郎
名取 暁

航路啓開本部

萩原運輸事務官、島田運輸事務官
大和運輸事務官、小林運輸事務官
小林運輸事務官

3. 電子技術航法研究会開催通知

昭和二十六年九月十九日

海上保安庁次長 山崎小五郎

殿

電子技術航法研究会開催について

最近電子技術航海器具の発達に伴い、これを利用する船舶で増加していますが、我国の現状は外国に比べて、これら航海器具及び電子技術航法について、極めて立遅の状態にありますので、関係各位の御参集を得て同航法実施に必要な諸研究を進めて行きたいと思ひます。

就きましては、来る九月二十五日（火）午後一時半より当庁第二会議室に於て標記の研究会を開催致しますから、御多忙中誠に恐縮に存じますが御参加下さる様御願ひ致します。

尚本研究会は、その性質上或程度会を重ねる必要を認められますので御協力を願ひ度く予め御了承願ひします。

4. 電波航法研究会第一回研究会議事録抄

一、開催日時及び場所

昭和二十六年九月二十五日午後二時海上保安庁第二会議室

二、出席者（敬称略，順序不同）

古賀（東京大学），森田（工業大学），大岡（電気通信大学）道正（電波監理総局），木村（運輸技術研究所），浦田（航海訓練所），吉沢，田井（国有鉄道），河野，中島，北田（水洋会），伊藤（伊藤研究事務所），西俣（船主協会），松平（海事検査部長），松行（長官附），竹中（海難防止課長），菊池，佐伯，伊藤（保安大学），橋本，村田（警備救難部），相原（船舶技術部），松尾（灯台部），今吉（水路部），大和（航路啓開本部），藤崎（海事検査部）

三、議 事

（1）次長挨拶

次長出張中不在のため松平海事検査部長が代わって挨拶を行った。戦後の我国のレーダー，ローラン等の航海器具としての応用は欧米諸国に比して著しく立遅れている状態であるから今後本部研究会の活躍によって一隻でも海難を少くして頂きたい。

（2）経過報告松行長官附

本委員会成立の経過の概略説明，最近迄レーダー，ローラン等の製作，研究等禁じられていて立遅れていたが先般許可になったから今後本研究会を通じて相互に連絡をとり総合的に研究をやって行きたい。

（3）会の組織運営について

竹中海難防止課長から会の組織，運営について本回成立経過の一部を補足説明，種々の事情から当分の間海上保安庁長官の正式委嘱をせず，事実上の打合せ会として運営して行き将来海上保安審議会の一分子会等とするかどうかについては今後併行的に研究して行きたい旨説明があり種々意見の交換を行った後全員この趣旨を了承した。

この際行われた論議の要点はなるべく長官委嘱等により公式な会合にして欲しいこと。その理由は第一に今後頻繁に研究会が開催される際委員が本来の勤務よりさき得る時間等にも影響があること。第二に会を重ねるにつれてクリティカルな問題について意見の対立を生じた際決定的な結論を出し難いことがあり得ること等のためである。

委員を増加することについては，構成員は差向き最小限度の委員で発足したいという海上保安庁側の意向に従い当分の間原案のままとし将来必要か生じた場合は審議の上逐次増加して行くこととした。

（4）会の名称

電波航法研究会と決定した。

（5）規則について

原案通りで格別異議なし

（6）委員長，副委員長の推薦

委員長に東京大学古賀教授，副委員長には海上保安庁松行長官附と満場一致で決定した。

（7）委員長挨拶

委員各位の積極的な協力を要望された。

一委員長の決定を見たので此の後委員長が議事進行にあたった一委員長から研究会の運営について特に左の点について要望があった。

(i) レーダー，ローラン等の諸外国の状況及び我が国の現状を把握し問題の所在を明らかにすること。

(ii) 差しあたり優先的に解決すべき問題を取り上げ，集中的に努力を傾倒して解決をしてゆくこと。この際，問題の解決の範囲と方法は適宜問題に応じて決めて行くこと。

（7）問題の所在と研究テーマについて

松行副委員長から配布資料により左の四項について説明があった。

(一) 電波航法の研究指導奨励

(二) 電波航法用器材の技術的検討

(三) 器材の運用の検討

(四) 海事関係法規の再検討

以上のうち(一)乃至(三)については了承されたが，(四)については電波監理総局道正氏より削除されたい旨申出であり種々論議を重ねた結果研究項目の(四)は(一)，(二)，(三)の夫々のテーマの最終目的を表わす意味ではないこと。従って(一)，(二)，(三)の研究テーマの議論の結果，自然発生的に(四)の問題に触れることは差支えなく，また当然であるということは了承されたが研究項目(四)を削除するか否かは海上保安庁と電波監理総局両者の間でなお充分打合せの上決定することとなった。

なお，もし(四)を削除しても将来研究項目(四)に触れることを禁ずるということに解さないことを諒解事項として決定した。

（9）今後の運営

次回においては日本国有鉄道，船主協会及び海上保安庁灯台部より電波航法の現状並びに早急に解決を要する問題を報告し検討を行うこととなった。

次回開催予定日は十月十六日（火）午前九時より十一時三十分まで海上保安庁第二会議室に於て開催し委員長名で案内状を出すことに決定した。

文責 海難防止課

その3 運輸大臣諮問機関時代

運輸省 航空局監督課* 牧田 裕文

Part 3. The Age of Advisory Organization for Minister of Transportation

Supervisory Division of Civil Aviation Bureau*

Hirofumi MAKITA

8月のはじめ突然木村さんから原稿の依頼があり、大臣諮問機関時代の研究会についての模様を書いてくれとの注文があったのですが、現在海から全く離れ、また技術的な面からも遠ざかっているため海務課の時代が余りにも遠い昔になっているのに驚いた次第です。古い書籍の中の電波航法の機関誌をみてようやく想い出すような始末です。

運輸大臣の諮問機関時代といえば、それになるまでにいろいろな経緯があり、もっとも研究会そのものが我が国で唯一の機関でありながら、人々の期待に反し、社会的団体としては世に容れられず苦難の道にあるしており、諮問機関となったのも関係者一同の苦勞の結果たどりついた一つの段階であったといえるのでしよう。会の発足したのが第二次大戦後の暗中模索の中に好学の士が集まって未知の世界の解明にのり出したことは皆様承知のところ、その頃はただ前進のために議論の中に光を求め、組織だった研究というより現時点の疑問の解明に明け暮れるといった状況で、それだけに各人が意欲的であり、関係者の間では希望者も多く、注目の的であったことは事実でした。海上保安庁における出発が本当に勉強会であったことはまた意義があり、成果があがったのですが、しかし、時日が経つにつれ、この成果をここだけに終らすべきでないということと、日本における唯一の研究機関で、これを構成しているメンバーは官民各層の有識者を網羅し、最も実力を備えた会でありながら対外的には性格が不明確なため、十分な意志表示ができないといった状況でありました。現実的な問題においては、中央官庁が主催する会で、しかも斯界の研究の実力者を集めながら会の性格が任意の集合体であって、公の時間をさいて会に出席される方々にとってはあまりにも頼りないといった感じが強かったのは事実だったと思います。事務局としても研究のために講演をお願いして

も全くの無報酬で、手持弁当の研究であったため、せめて自立自営できる体制にまでもってゆきたいという要望が強く、審議会あるいは附属機関的な性格に昇格することを検討していた次第でした。

昭和28年8月に行政機構の改革で海上保安庁海事検査部海難防止課は運輸省の海運局海運調整部海務課に組織替えとなり、海難防止に関する法令および関係事務が海務課に移り、海上保安の現場の仕事から一般管理的な行政機関の中に移ったため、研究会事務局の所属もずい分検討されたのですが、結局海務課に置くことになりました。会のあり方についても勉強会に終始するのにも問題があり、研究事項も一区切する時期のようにもなっていたので、本省に移ったのを機会に大臣の諮問機関として行政機構の中で本研究会を取り入れ、対外的にも一歩前進せしめるということで昭和28年5月7日運輸省達第12号をもって設置され発足することとなった次第です。

28年6月3日ときの運輸大臣石井光次郎氏を迎え第1回の委員会が開かれ、大臣から「電波航法の普及および発達をはかるためには如何なる施策を講ずべきか」の諮問がありました。研究会としてはこの諮問に答えるために行政面における未解決の問題や当面の施策について取り組むこととなったのですが、諮問が大きな命題があり、答申については今後長期にわたって、その都度答申してゆくこととなりました。

当時、レーダ、ロランの欠点長所が洗らいざらいにまな板の上にあげられ、議論され、今後これらのものを如何ように運用してゆくか、その方向づけが望まれているところであり、海上保安庁においても米軍のロラン局のほか、我が国独自の局の設置要望もあったので、当研究会の運用部会において「電波航法施設の総合的な設置計画について」の研究を行なうこととなり、国の予算の関

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

連もあって、1年間の時間的制約から、部会の中に「ロラン特別委員会」を設け、検計を重ねた結果、29年3月に「対船舶用電波航法施設の方式及び種別に関する事項」と「これら施設の業務改善に関する事項」の2項目について研究が纏り答申が行なわれました。

この答申に基づき、海上保安庁においては、北太平洋用のロラン局の設置、港湾におけるハーバーレーダおよびレーダリフレクタの設置並びにビーコン局の整備強化が図られることとなったわけです。

また、26年11月以来調査を行っていたレーダ、ロランの使用実績の報告の検討、レーダ装備品の保険料率の問題、レーダログブックの様式および記載事項の統一、国産レーダの性能、航海用、漁業用レフレクタの運用方法、サンダーランドドーバーにおけるハーバーレーダの実験結果の検討等の審議が行なわれております。

一方航海用レーダの規格については諮問機関以前の発足当時からの研究課題であったので、機器部会において、英米におけるレーダの規格および商船、漁船、海上保安庁巡視船からの要望事項を中心にとりあげて「レーダの最低技術基準」を審議することとなり、28年度中に結論を出す予定が異論も出て、結局波長3cmの航海用レーダのみの規格とすることと、当時製造または輸入されていた大型、小型の両者を全て包含するものであることとし、小型の漁船用レーダについては漁船からの要望事項も入れて別途検討することとなりました。1年間の審議の結果、29年3月22日に「3cm帯一般航海用レーダの最低技術基準」が答申され、このほか、3cm帯一般航海用レーダの最低技術基準の試験方法、国産レーダの故障、エコーボックス、ロランタイマー等について審議されております。

しかし、諮問機関としての研究会においては、研究の範囲に限度があり、行政施策の改善に関するものとしての航行援助施設の分野は範囲も狭く、一般機器の改善あるいは民間需要に対する研究は閉ざされているため、会員の間においても研究分野について不満があり、民間との関連がないため委託研究もできず、会の運営においても資金的にも苦しい状態であったため、何らかの打開の策をみつつけようとする空気もそろそろ芽生えていました。

また、大臣の諮問機関としては運輸省の部内の通達で設立したのでありますが、本来ならば法律の中でうたうべき性格のものを色々な事情から簡易な方法としてとられた手段でした。丁度この頃行政簡素化の問題がうるさくなって、行政管理庁から各省のお家の事情から部内的に設立された審議会等の附属機関について整理の指令が出され、当方の研究会もたまたま法律に基づいていなかったために整理の対象と指示される結果となりました。その上運輸省としては諮問機関でありながら予算的な裏付けができなかったため、講師や先生方に対する謝礼もできないような状態であったので、この際脱皮して転換を図ろうとするのもやむをえない状況でした。

以上のような3つの理由でこの際一転進した方が日進月歩する電波技術の開発には国全体としても得策でありとする意見が強くなり、とにかく諮問機関は廃止することに決定されました。

会の性格としては英、米あるいは独、仏にもあるような法人格をもった研究団体となって対外的にも対等に自由な研究に邁進できることが望ましく、昭和32年4月18日に行政機関から離れることとなりました。従来の研究体制についても、広く知識を集める意味において、船舶や電機メーカー関係の代表機関だけでなく、個々の船舶会社および各電子機器メーカーをそれぞれ会員に入れ、当分任意の研究団体として研究を続行することとなったのが本会の三転の姿でした。

以上の経過をふり返って諮問機関になったのも止むを得ない事情があったし、またこれを廃止したのも時の流れといえましょう。行政機関の中にある〇〇審議会あるいは△△委員会なるものは予算の範囲内において行政需要のあったときのみ研究、審議するだけのものであり、本来の研究機関とは異質のもので、当研究会とは性格的に相入れないもので、民間といわず、官庁といわずあらゆる電波航法の研究需要に応じてゆくものが本会の使命でありまた日本で唯一の機関であったと思います。

本会を離れて年の歳月が過ぎ、最近の研究会に対しては全くの門外漢となってしまいましたが、国産の人工衛星も飛んでいる時代であり、旧にも増して新分野の開拓に邁進されんことを期待する次第です。

その4 栄光への苦難の道

——電波航法研究会の昭和32年より46年までの歩み——

沖電気工業株式会社* 岡 田 高

Part 4. The History from 1957 to 1971

Oki Electric Industry Co., Ltd.*

Takashi OKADA

電波航法研究会は当初、運輸省海運局海務課に事務局を置いて委員会組織で運営され、運輸大臣の諮問機関としての機能をも備えていて、権威ある存在として活動していた。ところが昭和32年に至って政府の経費節減のため委員会を極力廃止するようにとの方針の煽りを受けて、この権威ある研究会の存続があやしくなった。

当時、研究会は、後に好評を博した「レーダの運用指針」の編さんの途上にあり、また引続き「ロラン教範」も発刊しようと同関係者一同大いに張り切っている時であったので、ここで研究会を解散してしまうわけにはいかぬと特に官側の要望が強かった。そこで、研究会のメンバーの内、製造者側の団体の水洋会（北田宗一氏が事務局長）で相談の結果、北田氏の肝いりで、以後の研究会の運営費は会費として製造者が負担しようという事になり、急遽、電波航法研究会規約（「電波航法」No. 8, 1966, p. 2 参照）を新たに設けて、北田氏が会計係を相つとめることとなり、事務局は引続き海務課となった。これが、会費を納める者を正会員とする今日の任意団体としての電波航法研究会の始まりである。そして、昭和32年4月18日に、運輸省8階映写室（旧建物）で設立総会が開かれた。

このように、懸案の「レーダ運用指針」も副会長熊凝武晴先生の編集委員長のもとに昭和33年に順調に発刊され、引続き「ロラン教範」ということで準備を始めたが、先生の急逝によって発刊は座折してしまった。

また、当時関係者間で機関誌を持つことの必要性が強調され、発行の費用をどうするかなど随分討議されたが会費をうまく運用すれば2年回位は出版できるということになって、この方の初代の編集委員長は道正喜一さん（電波監理局）が引受けて下さった。当時の会長は森田清先生であった。

第1号は昭和35年12月に立派に刊行されたが、この「電波航法」なる機関誌発刊の記事が、英国航海学会誌（Oct. 1961）の新刊紹介欄に掲載されるなどして、“Elec-

tronic Navigation Review”（この英訳タイトルは道正さんの発案と記憶している）の名は国内よりもむしろ外国において権威あるものとして扱われるようになった。

昭和36年に至り、会長の森田先生が東工大を退官され民間企業に入られるというので、会長を辞退され、代わって鮫島直人先生が就任された。副会長には熊凝先生が留任されたが、先生は昭和38年4月に急逝されるまで副会長として本会のために尽力された。

鮫島先生は昭和36, 37年度の両年度の会長として、本会の発展のために骨を折られたが、たまたま外国の類似の研究機関を見ると航法関係では、海と空とを同一範疇で取扱っているし、基本的には分けては考えられないものであるから、当研究会でも空の関係を入れようという事になり、その方の面倒を見ていただくために東京大学宇宙航空研究所の岡田実先生を特別会員に推薦することが昭和37年5月の総会で議決された。

越して昭和38年4月に副会長の熊凝先生が脳溢血で倒れ下関の林兼病院で急逝され、また会長の鮫島先生が東京商船大学を退官されると同時に会長をも辞任されることになったので、昭和38年5月の総会で会長に松行先生、副会長に岡田（実）先生が選任された。副会長に岡田先生をお願いしたのは、従来海の方ばかりに眼を向けていた研究会が、この際空の方にも大いに関心を持つというの意図からであった。

この様にして追いつ追いつ研究会の陣容が充実して来ると勢い事務量も多くなって来て、とても海務課が片手で事務局を続けて行くことは出来そうもないから、何とか今の内に考えて置いて欲しいとの意志表示が海務課からあった。

事務局をどこに依頼するにせよ、専任の事務局員を1人位は置く必要がある。そうすれば、資料の郵送、原稿集め、会費の取り立てその他万事円滑に行く。しかし今の会費では到底1人の事務局員さえ置けない。そのためには大幅な会費のアップを必要とするが、会費を出してい

* 東京都港区芝琴平町 10 (No. 10, Shiba-Kotohira-cho, Minato-ku, Tokyo)

る水洋会のメンバーは果してそれを受入れて呉れるであろうか、一応意見を聞いて見る必要があるというので、主な水洋会のメンバーに個々に当たって見た。ところが大方の意見としては、現在の研究会の在り方、事業内容では製造者である水洋会のメンバーに与えられるメリットはほとんどない。会費の反対給付が何もない。今の会費程度なら何とか会社に掛わせることもできるが、大幅な値上げでは、会社に払わせることを納得させるだけの理由が見当たらない。今のままでは会の存続が危ういというなら解散しても止むを得ないではないかという強硬論者もあった。それでは、研究会がどのような在り方で、どのような事実をすれば製造者側がよろこんで会費を出すようになるか、それに付いても論議されたが、その内容は後に述べる社団法人電波航法研究会定款起案の骨子の内に盛り込まれているので、ここでは述べない。

兎に角、会を盛んにするには金がいる。会費を上げることができなければ、船舶振興財団あたりには金余っていて何か良い投資事業はないか探しているくらいだから、当研究会を法人にして寄附を受けられるようにすれば、喜んで金を出してくれるはず、これについては自信があると茂在先生は言われる。しかし会員の中では、そのような紐つきの金は面白くない、海も空も宇宙も一緒に、メーカー、ユーザー、学識経験者、行政官庁を打って丸とした団体で、自由な立場で研究を行なっていくべきであるとの意見が大半を占めていた。いずれにしても、事務局の問題もあるし、会の在り方を再検討する時機に立至っている事は事実であった。

かくて、昭和 39 年度になり、今のところ会務の大部分が海に関係しているから、海に明るい副会長を置く必要があるというので、会長の松行先生と副会長の岡田先生には留任願って、さらに新たに茂在寅男先生を副会長に選任した。空は岡田先生、海は茂在先生で会長の松行先生を補佐するという形は昭和 45 年度まで続いた。

この間に、茂在先生は会の貧乏を少しでも助けようと海難防止協会から資金付きの委託研究を当会の仕事として持ち込まれたが、当時片手間に事務局を担当していた海務課としては今以上に事務量が増大してはとてやれないというので、この委託研究の事務的処理は茂在先生と会計の北田さんの責任でやることで事務局の了解を得たといういきさつもあった。この言わば研究の下請の仕事をやって見てわかった事は、ご心配下さった茂在先生には申訳けない言い方かも知れないが、これによって金が外から入って来ても研究会本来の自主的な仕事に使うことが出来ずにしかも作業量のみが増してしまって、研究会の貧乏の解消には全然役立たないということであった。そこでこの種の委託研究は昭和 40 年度だけで中

止することになった。

兎に角、このままでは正会員側からはメリットがないと言われるし、海務課からは事務局担当を続けて行くことは困難になりつつあると言われるし、これ以上当研究会を存続させるには何等かの手を打たねばならぬということになって、「電波航法研究会強化準備委員会」を発足させたのは昭和 40 年 3 月であった。委員は落合徳臣、木村小一、青山三郎の諸氏と茂在先生であったが、筆者の私もこの委員会に出席して応援した。強化等として凡そ次のような結論を出している。

(a) 法人化は一兩年中に本格的に考えるべき事であるが、今急にそれをしなくても、現状またはそれ以上の活動が出来るのであれば、徒らに強い規制を受けるようになる法人化を急ぐ必要はない。それまでに基礎を固める努力が肝要。

(b) ユーザー側は技術程度が低いものとの観点から考えて、ユーザー側を益する事をやる必要がある。会費の件も正会員としてユーザーを加入させることによって増加出来る。

(c) 会として今まで余りに海務課に負担を掛け過ぎたので、今後は会の運営は会自体が行ない、海務課の傘下にあるというだけで、海務課に雑務を負わせない。そのために常任幹事制を作り、これには手当てを支給し、一切を常任幹事が推進力の中心となって会務を推し進めて行く。なお、海務課との関係は現在までと全く同じ関係が続ける。

(d) 会誌の販売などに新構想を持ち、また会費の値上げなどを考えて、経済的に会の円滑な運営を促進させる。但し、会費の値上げについては来年度を期す。(1 口 3 千円の会費を昭和 41 年度から 4 千円に変更を実施した)。

なお、茂在委員は研究会を法人化した場合のことを考えて行政機関のどこの傘下に置くべきかについて運輸省大臣官房の謝敷首席調査官と会談されたが、大臣官房の傘下に置くのは不自然との意見であったようである。また、上記結論の内容に示されている条件ならば、今後継続して会の面倒を見てもよいと海務課の杉野和衛さんが快諾された由であった。

この強化準備委員会の結論に従って、早速に常任幹事が置かれ、従来海務課で行なっていた事務を分担することとなった。常任庶務幹事は牧田裕文(海務課)、庄司和民(商船大)、常任企画幹事は岡田高(沖電気)、青山三郎(大阪商船三井船舶)、萩野芳造(海保庁通信)、常任会計幹事は北田宗一(水洋会)、常任編集幹事は庄司和民それに会計監査は丸尾卓志(日本郵船)、落合徳臣(東京計器)の諸氏であった。さらに、研究会の基本方

針を決めるために、小委員会が作られ、それには会長と副会長と上記常任幹事の他に、木村小一（運輸技研）、杉野和衛（海務課）、清野浩（海保庁電標）、今吉文吉（水路部）、柴田幸二郎（安立電波）、丸尾卓志の諸氏によって構成されて委員長は会長の松行さんであったが、後に只野暢さん（海保庁電標）が加わった。

このようにして、会の事業は常任幹事が強力に推進する一方に、小委員会では会の基本方針について度々会合を開いて討議が行なわれ一応法人化の線で具体的に考えて見ることとなった。これらの事は総て昭和 40 年の出来事であった。なお、この小委員会は後に法人化小委員会と呼ばれるようになった。

ところが、ここにまた一つ問題が起きて来た。それは運輸省の改組によって昭和 41 年 4 月から海務課が無くなってしまうというので研究会の事務局を別の機関に移さねばならない。はたと困惑しているところへ、海上保安庁の電波標識課長の清野さんから、自分の所で引受けてもよいとお話で、会としては渡りに船というか願ったり叶ったりで、早速そのようにお願いすることに決定した。これに付いて、昭和 41 年 2 月 7 日の総会で 4 月から事務局を海上保安庁に移すことになることが松行会長から報告されている。また、その総会で、法人化する場合の定款の起案の骨子となるべき項目について岡田幹事の私案が常任企画幹事会の名で発表されている。以下に主な項目を抄録して置くが、これは当会が法人化されると否にかかわらず当会の在り方、事業、活動の方向付けをしたものであって、当会の存在価値を示すものでもある。

○本会は電波航法の学術 (science and technique) に関係ある者および関心ある者が協同して、その進歩発達を図り、文化の向上に寄与することを目的とする。よって会員は専門的資格を有する者に限らず本会の目的に賛同する者に広く門戸を開く。

○航海および航空の業務に従事する者、学識ある者および航法機器の開発と製造に従事する者の智識と業績とを東大成して航法の基準を提起すると共に、将来への方向付けをする。

○航海および航空の実務に従事する者と航法の学術に従事する者とが接触する場を提供し、関連のある出版物、文献などを評価する共同の場とする。

○電波航法に関する方式および機器の研究開発の促進のために、出版物によって論文を公表したり、新規の着想および開発が関係者によって直接に評価されるような便宜を与える。

○諸外国の類似の研究会との交流を計り、電波航法の進歩発達に協力する。

○電波航法に関する内外の事情調査

(1) 運輸省、郵政省と連絡をとって実施状況の調査

(2) 外務省、通産省と連絡をとって需給状況の調査

(3) 船会社、航空会社あるいは関連のある民間団体と連絡をとって運用状況の調査

○電波航法に関連のある国際的会議への会員の派遣の斡旋と海外派遣費の補助

○活動

(1) 研究会を定期的に開催して特定問題の討議

(2) 機関誌および電波航法に関係ある各方面の著書出版

(3) 電波航法の普及および関連する学術振興のために必要と認める各種の活動。展示会、見学会など

○会員は次の種に分ける。

名誉会員 (Fellow member), 正会員 (Senior member), 通常会員 (Member), 学生会員 (Student member), 賛助会員 (Supporter member)

さて、事務局が海上保安庁の電波標識課に移ってからは特に清野課長のご尽力によって、会誌「電波航法」の有料頒布による資金の回収、あるいは国際会議などで発表された論文のコピーの頒布などによる技術の高揚などで会の活動が一層活発になって来た。

一方、法人化については常任企画幹事の萩野さんと筆者の私を中心になって下準備を進め、2 か月に 1 回位の割合で法人化小委員会に計っては内容を具体的に固めて行なった。この時から約 1 年半、随分紆余曲折はあったが、ようやく昭和 42 年末に至って、その名も新たにした社団法人日本電子航法研究協会定款 (案) と設立趣意書、役員人事 (案) それに収入源を会費のみに依存しての収支予算書 (案) とが出来上った。また法人になった場合の初代の会長を古賀逸策先生にお願いすることも内諾が得られた。ここで残された大きな問題は法人他には運輸大臣の認可を必要とするが、その場合にこの法人の監督官庁はどこが引受けてくれるかということである。

いよいよ外部折衝の段階になって来たが、こうなると全面的に会長、副会長にお骨折りを願わねばならない。昭和 43 年度の総会までには何とか目途をつけたいと考えたが、なかなか簡単には折衝が進まない。昭和 43 年 9 月の総会開催通知を見ると次のように書いてある。

「電波航法研究会は昭和 43 年度を目標に法人化の計画を進めておりましたが、監督について関係官庁間で検討中でありますので、決定するまで例年通り運用すべく、

43年度の定例総会を下記により開催いたしますので、云々」とあることから推察される通り、監督官庁の決定に関する折衝は甚だしく難行をつづけたのである。

その理由を考えて見ると、先ず第一にこの研究会が海中、海上、空中、宇宙の各分野に関係ある者を打って一丸とする大同団結の場であることである。これは会の最大の特徴である。しかるにこれらの分野の事を司さる官庁はそれぞれ異なっており、しかもそれぞれの縄張りが確然としており、相互に侵すべからざるもののようである。同じ運輸省に属し最も近親であるべき船舶局と海上保安庁の間柄においてさえも隔壁はかなり厚い。初め我々の監督は運輸省の大臣官房が最も良いと思っていた。なぜなら、運輸省は上記の4分野に最も深いかわりあいをもっており、しかも航法に深い関係をもつ気象海象関係を担当している気象庁もまた運輸省に所属しているのだからなおさらのことである。しかし官房は法人の監督など出来るところではないことも分かった。

航空局へ行ってみると、航空財団をつくったばかりだから、他に航空関係を扱う法人が出来ることは誠に困るので定款の中から航空を除いてくれと強く要望される。

船舶局へ行行って当てて見ると、船舶局には日本造船研究協会とか日本舶用機器開発協会とかいろいろ外郭団体の法人があるが、それらの事業活動の範囲と重複しないように定款ができていれば差しつかえないという。要するに自分達にメリットのない法人などの監督などはしたくないという事を言外に臭わせたのであろう。

もち論、折衝先には当研究会の性格をよく理解されて何とか法人化できるように色々和智慧を借して下さる人もあったようであるが、結局は、お役所の縄張りとその縄張りの中に異質のものが入ることを一切拒絶しようとするお役人の本能的な傲慢な体質、縄張りの狭い分野の中に生きながらなお全体を考えることの出来る広い謙虚な視野を持つ人物の育ち得ない官界、たとえそのような人がいても表向きに発言することを封じようとする非民主的な弊風、このような根強い障害のために対外折衝は難行を極め、さすがの松行会長も奔命に疲れ果てる有様。私も陰ながら松行さんを応援して途を切り開こうと努力して見たが、努力すればするほど利己主義が複雑にからみ合っている官界の見にくい相剋の内情を知らされるのみであった。このようなわけで、長年かかって準

備して来た法人化も監督官庁を決定するための折衝段階でつまずき、昭和44年3月25日の法人化小委員会で企画幹事から経過説明の上、これ以上進めることを一時断念し、当分現状のままで静観することを申し合わせた。丁度この時期に法人化に尽力された萩野企画幹事が海上保安大学校に栄転、北田さんの後任の岩佐会計幹事も退任されることとなった。

筆者はこの体験からつくづく思うのであるが、官界、行政官庁が以上述べたような有様であるからなおさらのこと海中、海上、空中、宇宙の関係者に共通の話し合いの場を与えるべく組織されている我々の電波航法研究会のような機関が必要であることを深く痛感する。つまり現段階では法人化を断念しているからと言って決して、当研究会の存在価値が薄れたのではない。それどころか、返って、当研究会の存在の価値が明確となり、負える使命の重かつ大なるを思うのである。

法人化のつまずきにもかかわらず、事務局を海上保安庁の電波標識課に移してからは、その活躍によって日本航空を始めとする民間航空、大手の造船、商船など続々と正会員として参加するに至った。事務量が増し電標課のみに依存することが困難になったので庶務関係のみを残し、編集と会計の業務を分業するために昭和45年度から東京商船大学内に事務局の分室を置いた。

今年は当研究会の創立周20年になるので11月18日を期して記念の式典を催うすことになった。会がこのように盛んになって来ると会の古い定款では不具合点が出て来たので修正したり、会員の名簿をキチンと作成したり、最近では式典の資金調達、ポスターの準備から会場の世話まで、常任庶務幹事の豊福滋善さん（海保庁電標課）は大変である。また、常任編集幹事の木村さんも会誌「電波航法」の記念号を出すのだと言って原稿集めに張切っている。拙ない本稿もその中の一つである。筆者も20年間この研究会とかかわり合いを持ち続け、陰に陽にお手伝いをさせていただいた。この辺で企画幹事などと名の付く第一線のむづかしい仕事からはお役目ご免に願えないものかと思う。当会が今後益々発展して海空宇宙を含めて電波（電子）航法の普及発展に貢献できるよう心から念願し、実力を実績によって示して否応なしに法人として認めさせることが出来る時機の到来を祈りつつ筆をおく。

(10. 25, 1971)

その 5 出 版 関 係

電子航法研究所* 木 村 小 一

Part 5. On Publications

Electronic Navigation Laboratory*

Koichi KIMURA

電波航法研究会に限らないが、このような組織ができて何年か経過して、それがあげた成果には有形のものと無形のものができるといふまでもない。研究会が残してきた成果である電波航法の発達、普及および運用方法の改善などは、そのどれがということとは今日ではなかなか区別しにくくなっているものも多いが、研究会の残した有形の研究成果は、創立時代の「電波航法研究報告」第1輯から第3輯まで、大臣諮問機関時代の「電波航法の研究」黒表紙の本で1冊、任意団体になってからの会誌「電波航法」創立20周年記念号である第13号までの合計17冊の雑誌スタイルの報告書に加えて、海文堂より出版をした「電波航法用語辞典」と「レーダの運用指針」がともに運輸省監修、電波航法研究会編の形で残されている。これらのおのおの、手にとって目次を開いてみると、その当時の会の活動状況がそれぞれ思い出される貴重な資料となっているが、ここでは主として最後にあげた2冊の本を作ったときの思い出を中心に述べて見たいと思う。

電波航法研究会が発足した昭和26年は、船舶用のレーダなどがやっとわれわれの目に触れ、関係者の関心が次第に高まってきた時期で、日本語で書かれた専門書などがぼろぼろ出はじめた時代であった。アメリカの戦時中のこの分野の研究成果をまとめた Massachusetts Institute of Technology (MIT) の Radiation Laboratory Series 全28巻がバイブルのごとく扱われていた。今日では電波航法に関する文献を完全に集めるなどはとても不可能であるが、当時手に入れうるもの、あるいは日本語のものにはある程度の限度があり、まず、それらをリストアップしようという研究会での相談がまとまり、そうしてできた文献集は研究報告第2輯に12ページにわたって載せられている。

こうした外国語の文献を読み、あるいは日本語でそれらを紹介するなどするときに、いろいろな訳語ができてしまうおそれがあるので、なるべく早い機会にそれを統一しようということが発案された。一例をあげれば

「Loran」はこれをローランと呼ぶ人とローランと呼ぶ人があり、それぞれが、そのまま仮名にしている時代であり、結局ロランに統一されることになったのも本会の成果の一つであろう。その他訳をつけるには相当頭をひねる必要のある言葉も少なくなかった。

このような動機から、とにかくいろいろな用語を集めて、仮の訳をつけてみようではないかということになり、古賀会長を委員長とする用語委員会が発足したのは27年3月であったと記憶する。この委員会はきわめて短期間ではあったけれども、各種の文献や、前記の MIT の Radiation Laboratory Series などから電波航法用語をひっぱり出して、訳語をつけ、それらをまとめて研究報告第2輯にその成果を報告している。現在、沖電気におられる伊藤（実）さんは当時米軍のこの分野の教科書などを多く調査しておられ、今日のレーダは A-スコープがほとんど使われないので、あまり一般的になっていないが pip, blip（ともに A-スコープ上のエコーのこと）、grass（A-スコープ上の雑音のこと）などの訳語づけに困まる語を多く持ち出され大いに難題をふりまかれていた。

こうしてできた用語集はその文部省の学術用語のもととしても使用されるなどしたが、これに解説をつけて出版しようという声があがってきた。そして、いろいろ相談の結果、昭和30年になって本格的にこれを取り上げることになり、同年11月に「電波航法用語辞典編集委員会」が発足した。委員長は古賀先生であったが、その後33年5月に森田先生と交代された。

出版となると、より完全なものにする必要上から、用語自体も、前記のものを補充するの必要があり、その後の各種の本のほかいくつもの内外の用語辞典なども調査をする一方、編集方針の協議も行なった。その結果、あまり他には例のない大項目、中項目、小項目並存の用語辞典を作ろうということになった。これは大項目だけを読めば一応各種の電波航法システムの概要がわかる教科書ともなるように考えたためで、その他に大項目には電波

* 三鷹市新川 6-38-1 (No. 38-1, 6-chome, Shinkawa, Mitaka, Tokyo)

法を学ぶのに必要な基礎的なエレクトロニクスの知識も加えることになった。出版された辞典のはじめには大項目のみは目次が付してあり、ADF から waveguide まで約 90 項目がとりあげられている。

編集委員会の次の仕事は、執筆者の選定で、当時会のために積極的に行動されていた約 80 名の方が選出され、前記の大項目が、それぞれの御専門を考えて割当てられる一方、その他の用語を作えば a から b までとかいうようにアルファベットの適当なところで区切る形で割当て執筆方をお願いした。中項目というのはやや詳しい解説をつける語で、中項目にするかどうかの判断は執筆者にお願いをした。

約 1 年後に原稿は集まったのであるが、大項目はあまり問題はなかったが、アルファベット順に割当てた用語は電気用語、海事用語、航海用語などが混在しているため、執筆者も大分ご苦勞されたようであるが、かなり手直しの必要のあるものも生じてきた。例えば、cable という語は海事用語では錨鎖、航海用語では長さの単位、電気用語では電線という 3 つの意味があるかその 2 つが落ちるなどが代表例であった。このための査読が大いに難航をした。特に編集委員の中に電気屋が道正さんと私と位しかいないので大いにこき使われる結果となってしまう。その間、文部省の学術用語集が出版されたため訳語の一部追加や、電気通信学会の航空無線用語の追加などもあったが、結局、原稿ができて出版まで年近くを要したのはこう査読が原因であったということができよう。今日、辞典を手にとって見ると、ロラン C が Cytac と名で簡単にしか述べられていないなど古い点もあるが、いま、なお便利に使えるなかなかの本であると私は思っている。

この用語辞典の査読をしている間に、船舶用レーダを使うものの立場、つまりレーダをどのように航法に応用して行くかという面の解説書がほしいという声が生じてきた。それまでのレーダの教科書といえばレーダを電子工学的な面から解説したものがほとんどであったからである。こうして、このような本を作るための編集委員会が作られ、委員長にはいまはなき熊凝先生が就任された。編集委員会ではどのような本を作るかが熱心に討議された結果、今日見るごとき「レーダの運用指針」という名前とともに本の内容がきめられ、研究会での研究成果および執筆者の研究成果などをなるべく多くとり入れるように配慮することになった。執筆者の中では映像の判読や、特殊映像、誤差、レーダ航法などを担当された東京商船大学の茂在、庄司両先生、水産大の佐々木先生、航海訓練所の北川先生などが類書が少ないということでやはり一番苦勞されたと思われ、道正さんや私などはこ

こではむしろ協力的に構造と性能、新技術などの執筆に当たったかこうであった。水洋会を中心にしたグループが最終章の各種レーダの取扱い方法をまとめられたが、この推進役はいま法政大学におられる落合氏であった。

この本では映像の判読などの各章に数多くレーダの PPI 映像の映像が引用されているが、その中には研究会の仕事として何等かの機会に特に撮影されたものも多く含まれている。研究会では当時レーダ海図の必要性や様式についても検討を行っており、その作業の一部として、日本の海岸のレーダ映像を撮影しようということで、国鉄の御協力により、東京湾より函館へ回航する空知丸に茂在先生、小野さん（現通信管理課長）と木村が、宇高へ回航する眉山丸に庄司先生、伊藤（実）さんと萩野さん（現海上保安大学校）が乗船して徹夜で写真撮影をした。旅費がなく、行先の国鉄の青函あるいは宇高の方がたにレーダに関する講習会をして、何がしかの講師謝礼を頂いたうえ、帰りは無賃乗車証まで発行して頂くほど国鉄の大サービスであった。楽しい思い出の一つである。

この本は、用語辞典よりも先に出版されたが、幸い好評でその後も版を重ね、その都度最終章を中心に新しい情報をもり込んでいる。最近また改訂版を出す計画で、その作業を小生がお引受けしているのであるが、レーダのトランジスタ化など改訂点も多いので、その取り扱いに苦しんでおり、まだ目の目を見ていない。

レーダの運用指針に引続いて「ロランの運用指針、付デッキの取り扱い」という本を作ろうということになり、レーダのほうの印税の一部をプールしておいて、ロランの空間波の見わけ方の写真を特写することになり、熊凝先生の御好意で水産大学の海鷹丸で実験をやらせて頂いた。数社のロラン受信機を海鷹丸の実験室に並べ、かなりの参加者*があつて昭和 34 年 4 月八丈島往復の航海をした。八丈島の洞輪沢泊地と八重根泊地に 2 夜に停泊して（ロラン局はまだ大島にあった）観測をした。昼間に寸暇を見て上陸をしたが当時の八丈島は今日のレジューブームの到来前で、まことにそばくな島であり、唯 1 軒の喫茶店で休憩をすることができた。実験は 2 泊 3 日にわたって、ロラン受信機の CRT の像を連続写真撮影をした。空間波のフェーディングの模様を見るための 8 mm 映画の駒落し撮影中に、1 人で玄側よりつり糸をたれていた M 先生が突然実験室へ「エイガトレタ、エイガトレタ」といって入ってこられた。いや「映画はいま

* 鮫島、茂在、庄司（商船大）、今吉（水路部）、木戸、飯塚（沖）、高坂、土井（光電）、箕原（古野）、佐々木、鈴木（水産大）、木村（運研）他に本船側小沢船長ほか（敬称略）

撮っているのですよ」といっても「トレタンダ、トレタンダ」という話、何人かが甲板へ出てみるとそこには大きな赤鰻（あかえい）が1尾のたうちまわっているとい落し話もあったたのしい実験航海であった。このロランの運用指針は原稿の相当部分もできたのであるが、諸種の都合で出版されなかったのは残念であり、また実験航海の資料も未発表のままである。

いま、20年をふりかえってみると、このように2冊の

本ができた頃は、中心となって会をもち立てていた人が20代、30代の人びとであり、それを長老の先生がたが上手に指導して頂いていたからだと思う。この会もその当時の中心の方がたがみな50前後になっておられるのに、若い人びととの交代がほとんど行なわれていない点に悩やみがあると思われる。20周年を機会に馬車馬的に電波航法に情熱をもやし会を盛立てて行く若い人びとの出現を期待したいものである。

電 波 航 法 研 究 会 規 約

(昭和32年4月18日制定, 昭和40年5月21日改正, 昭和46年5月22日改正)

(目 的)

第1条 本会は、電子航法の方式、機器及びその運用技術の発達並びに普及を図ることを目的とする。

(名 称)

第2条 本会は、電波航法研究会と称する。

(事 業)

第3条 本会は、第1条に掲げる目的を達成するため下記の事業を行なう。

- 1 電子航法の方式、機器及びその運用技術（以下「電子航法技術」という。）に関する調査及び研究
- 2 電子航法技術に関する資料の収集及び頒布
- 3 電子航法技術に関する広報普及
- 4 電子航法技術に関する意見の発表及び建議
- 5 その他本会の目的を達成するために必要な事項

(会 員)

第4条 会員を分けて次の4種類とする。

- (1) 正会員
- (2) 個人会員
- (3) 推せん会員
- (4) 特別会員

2 正会員は電子航法技術の発達および普及に関係のある会社並びに団体とする。

3 個人会員は、電子航法技術に関心を持ち、本会の目的に賛同する個人とする。

4 推せん会員は、電子航法技術の発達及び普及に関係のある学識経験者であって、会長の推せんする個人とする。

5 特別会員は、電子航法技術の発達及び普及に関係のある政府機関、並びに学校とする。

(会員の責務)

第5条 会員は、本会の事業に積極的に参加し、会員相互の知識を高めるための資料を提供し、電子航法に発達及び普及に寄与すると共に本会の発展に努力しなければならない。

(入退会)

第6条 会員の入会及び退会は、会長の承認を受けなければならない。

第7条 会員は5名以上の連名をもって推せん会員を

会長に対して推せんすることができる。

(会 費)

第8条 正会員及び個人会員は、別に定めるところにより入会金及び会費を納入しなければならない。

2 一旦納入された会費は理由の如何を問わず還付しない。

(会長 副会長)

第9条 本会に会長1名及び副会長若干名を置く。

2 会長及び副会長は会員の互選によって選任する。

3 会長は本会を代表して会務を総理する。

4 副会長は、会長に事故がある場合に、会長があらかじめ指名した順序に従がい会長に代わってその職務をとる。

5 会長及び副会長の任期は1年とする。但し、留任を妨げない。

(総 会)

第10条 総会は、定期総会及び臨時総会とする。

2 定期総会は、事業年度終了後2ヶ月以内に会長が招集する。

3 臨時総会は、会長が必要と認めるとき又は会員総数の5分の1以上から申出があったときに会長が招集して開催する。

4 総会は、会員の3分の1の出席をもって成立する。ただし、あらかじめ示された議題については、委任状の提出をもって出席とみなすことができる。

5 総会の議長は会長とし、議決を行なう場合にあっては、出席会員の過半数をもって決定し、可否同数のときは会長が決定する。

6 総会の議決議は各会員について、一票とする。

第11条 下に掲げる事項については、総会の議決又は承認を受けなければならない。

- 1 規約及び規定の変更
- 2 収支予算及び決算
- 3 寄附物件の收受
- 4 会員の除名
- 5 解散
- 6 その他重要な事項

(45ページへ続く)



Observation

電 波 標 識 の 20 年

海上保安庁灯台部* 松 尾 公 夫
電 波 標 識 課

Recent 20-years History of Electronic Aids to Navigation in Japan

Electronic Navigation Aids Division Maritime Safety Agency*

Kimio MATSUO

Abstract

A great number of radio navigation aids have been established for use of numerous number of vessels around Japan.

This paper describes the recent 20-years of history of the electronic aids to navigation in their development, implementation, transition, etc.

Included in these aids are:

Medium-wave Radio Beacon, Loran-A, Decca, Harbor Radar, Micro-wave Talking Beacon, Micro-wave Course Beacon, Micro-wave Ramark Beacon, Transponder and Omega.

1. は し が き

形象, 光, 音による航法から電波を利用する航法すなわち電波航法をとり入れるようになってから, 海運界も飛躍的に発展したといっても過言ではあるまい。

欧米先進国の技術を率先とり入れた灯台技術陣の先輩達は, 電波の利用についても, また積極的であった。マルコニーの電波による無線電信の発明をその翌年知った当時の灯台技術陣は, これを灯台事業に応用する目的をもって, 電気試験所に調査研究を委嘱した。これは明治29年10月のこれであった。しかし電波を航路標識として利用するには船舶側にも, それに対応した施設が必要であり, 実際に電波航法として運用されたのは, 昭和3年12月20日, 大連湾口の円島灯台において方向探知業務が開始されたのが最初である。

船舶の無線電信装置が普及するにつれて電波航法の有用性も認識され, 方向探知業務のみならず, 船舶の方向探知機をもって方位を知るための無線標識局設置の要望

も強く, 昭和20年迄には方向探知と無線標識を併設したものの19局, 無線標識のみのもの4局, 方向探知のみのもの1局, 計24局の中波無線方位信号所が建設されるに至った。しかし第二次世界大戦により灯台, 無線方位信号所も激しい爆撃を受け, 北海道宗谷岬無線方位信号所を除き他の全局が戦災を受け, その機能は全く停止してしまっ

た。そしてその復旧には, Dark Sea といわれる迄になってしまった日本沿岸を航行する船舶からの強い要望にもかかわらず, 戦後の乏しい資材, おくれた技術, 少ない予算のため遅々として進まず, 昭和25年度に至りやっと終了した状態であった。

昭和25年6月, 朝鮮動乱がぼつ発するや, わが国沿岸を航行する船舶も激増し, 主要航路を対象とした電波航法施設々置の要望も強く, 海上保安庁も新設に全力をそそぐこととなった。以下昭和26年度より最近の20年間の電波標識についての歩みを述べて見る。

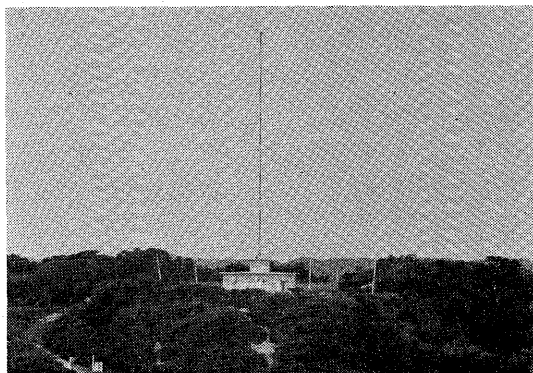
(1) 中波無線標識

昭和24年戦災復旧によりその機能を回復した中波無線方位信号所はその後も各地に設置の希望が強く, さらに建設を進め昭和40年度末には方向探知, 無線標識併設のもの22局, 無線標識のみのもの28局, 計50局の多きを見るに至った。

しかし, 方向探知業務は昭和30年までは全局の測位件数の合計が年平均約3,000件あったものが, 船舶の電波航法機器の整備等に伴い漸減し, 昭和35年度には年合計13,500件に, また, 昭和40年度には年合計1,300件と大幅に減少した。

わが国でも最も取扱件数の多い局の一つである犬吠崎無線方位信号所を例にとってみると, 昭和30年まで

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



第1図 中波無線標識局

は年平均3,500件あったものが、昭和35年には年合計1,770件に、昭和40年には305件と、最盛期の10分の1以下に激減している。

このため年間取扱件数の極度に低くなったものは順次廃局し、昭和43年度、大吠崎他4局の廃止をもって方向探知局はすべて廃止された。

この間、無線標識局も、船舶側に方向探知機の装備を必要とする無指向式から、簡単な中波受信機さえあればドット数を数えることにより局からの方位が判る回転式に徐々に変更、または併設され、局の施設も水晶時計を用いたビーコン管制器により自動化され、特に、送信機が従来の真空管式からトランジスタ化されたことによって電源も蓄電池波動充電式となり、予備の発動発電機を廃止し、その他予備機への自動切換え、基地局における自動監視記録等により完全に無人化されることになった。第1図は千葉県勝浦にある無人中波標識局である。この小型漁船を対象とし、廉価な受信機で方位を知ることの出来る回転標識も、その後小型漁船も方向探知機、ロラン、レーダ等を装備するようになるや、その利用率も場所によっては減少し、特に日本海側において著しく、昭和43年度をもって福井県越前岬、京都府丹後、鳥取県長尾鼻の各中波無線標識局が廃止された。今後も小型漁船の利用率の低下に従ってこの傾向は続くものと思われる。

(2) ロラン A

一方、昭和25年、米進駐軍は第二次世界大戦中に実用化され、艦船、航空機の運航に著しい効果を上げたロラン局をわが国内の北海道松前、新潟、米子、伊豆大島、鹿児島県野間池に建設し、沖縄、釜山、硫黄島の各局とともに極東チェーンが構成された。

海上保安庁でも、中波無線標識局の整備を行なう一方長距離電波航法施設の必要性を痛感していたが、このロランAシステムの有用性に着目し、伊豆大島に米軍によるロランA局が建設されるや、米コーストガードに依頼

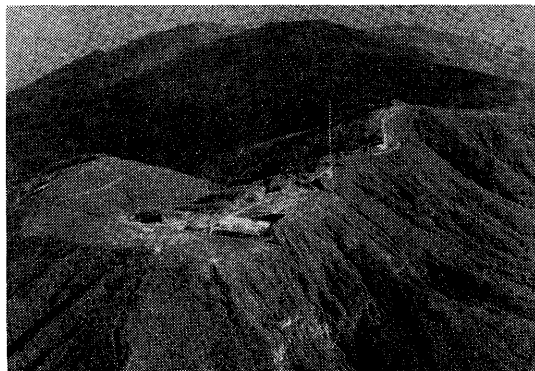
して職員のロラン研修を行ない、一ケ年にわたって約50名がその技術、運用についての知識を修めることができた。また、昭和27、28年度にわたり、ロラン送信管、時間管制装置、自動同期および指示方式の各種試作研究に対し運輸省より試験研究補助金を交付し、米軍建設のロランAを使用して、その有効範囲の広さおよび精度の高さを認識し初めた海運界からの強い要望ともあい待って、極東チェーンによってカバーされていない三陸、北海道方面をカバーするチェーン建設の準備を着々ととのえていった。

昭和29年3月、電波航法研究会は、運輸大臣の諮問に対して「対船舶用電波航法設置の整備に関する答申」を行ない、特に北太平洋方面のロランAチェーンのすみやかな整備を強調した。さらに翌30年3月に同研究会は具体的に次の諸点をあげてロランAチェーンの整備を促進すべき旨答申した。すなわち

- (A) 北海道西和田、岩手県鮎ヶ崎、千葉県銚子の近傍にサービス海域が昼間600海里、夜間1,200海里の3局1群のロラン網を整備すること。
- (B) 送信出力は当分のあいだ尖頭出力100kW、将来は1,000kWとすること。
- (C) 周波数およびパルス繰返し数は現在ロラン用として割りあてられている範囲内で自由に組合わせができる設備とすること。

かくして太平洋ロランAチェーンは、昭和31年度より3カ年の継続工事で海上保安庁の手により北海道落石、岩手県大釜、茨城県波崎に3局のロランA局の建設を行ない、昭和34年11月1日より正式に業務を開始した。このロランA局の誕生はわが国における電波標識の近代化のさきがけといえよう。

なおロランA局の業務開始はあたっては、周波数が1,850kcのパルス波を用いることによる、漁業無線、公共放送、その他に与える妨害については、これに対処する条件等については郵政省の斡旋の下に無事解決をした



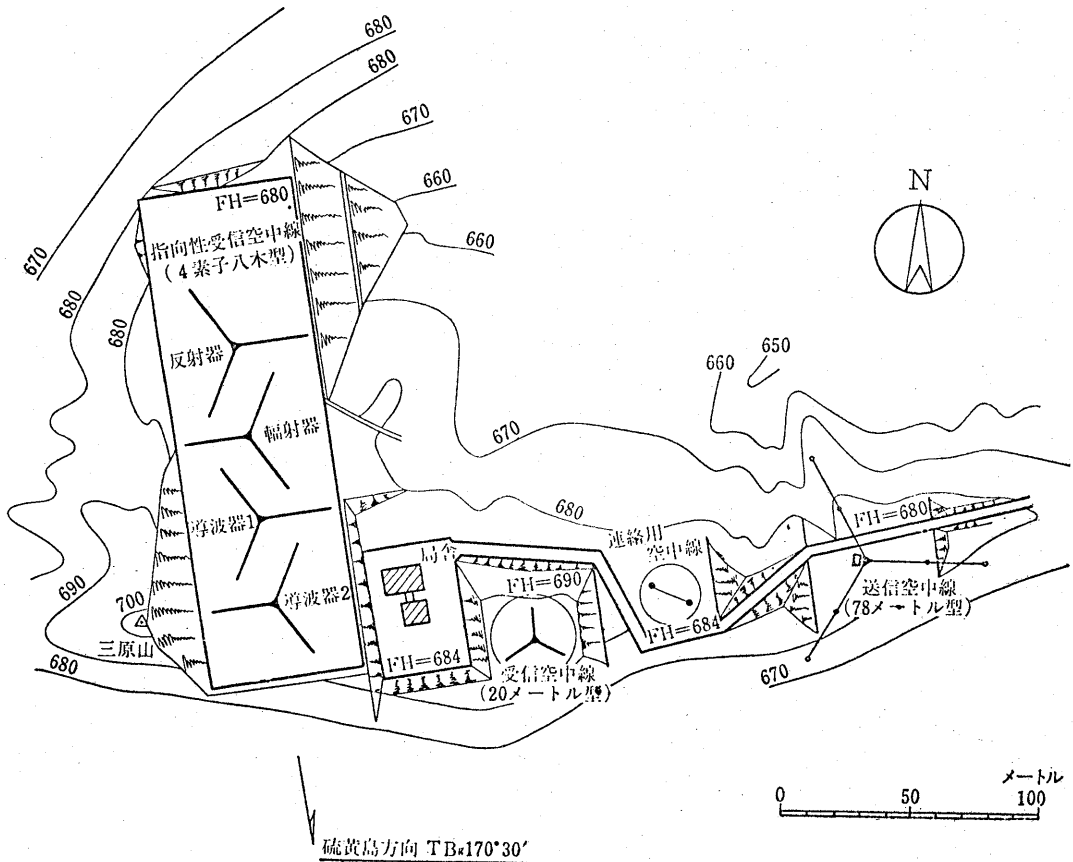
第2図 八丈島ロラン局

が、当時の担当者は大変な苦勞をした伝えられている。この当時の苦勞は後年米軍ロランの移管、デッキチェーンの建設、オメガの建設にあたって十分活かされることとなった。

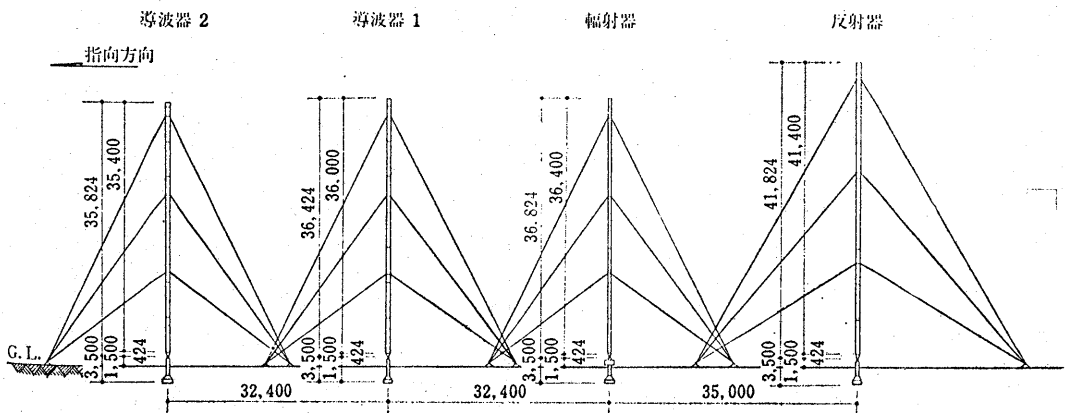
昭和38年5月、米国政府より釜山ロランA局を廃止したい、すなわち現在における2S5、2S6のチェーン

を廃止する旨の通知を受けた。

すでにこの時点では東支那海一帯で操業するわが国漁船の大部はロランA受信機を装備しており、この両チェーンを廃止されることによる漁獲高、運航能率の減少は大きく、特に以西底引船においてその被害が大きく、この方面の漁業関係者から両チェーン存続の希望が強く出



第3図 八丈島ロラン局空中線配置図



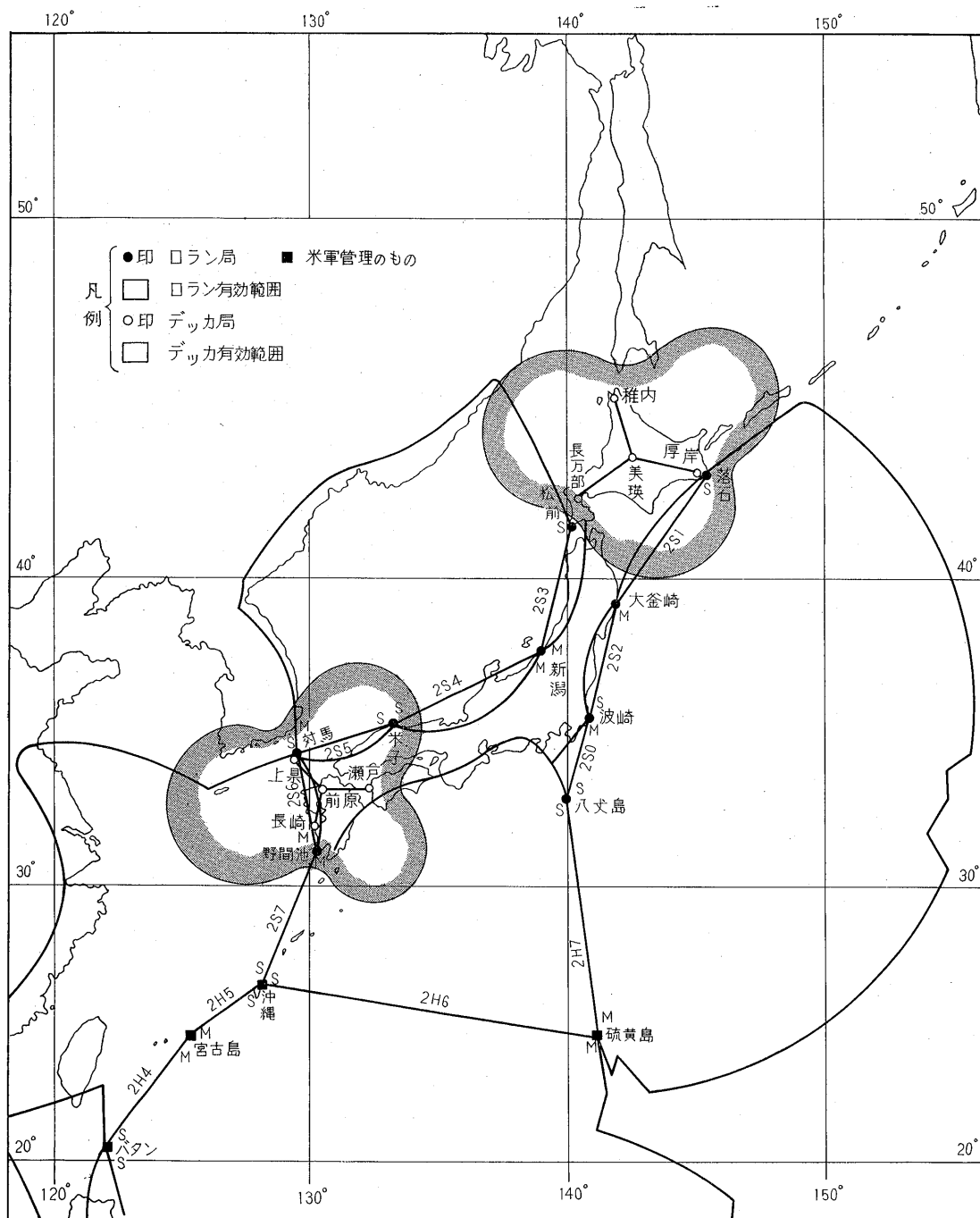
第4図 八丈島ロラン局受信用指向性空中線

された。しかし米軍としても朝鮮動乱も終り、この海域への艦船、航空機の運航も、他の方法で十分可能であるため、経費の削減、人員の他への転換も含めて、この措置を今変更はできない状態であった。

そこで、海上保安庁はこの釜山ロランA局に代るもの

として長崎県対馬の比田勝に建設すべく予算要求を行ない、昭和38年8月より、同年度の予備費をもって急ぎ建設に着手した。

この対馬ロランA局の建設状況、機器の優秀性ならびに職員の技術レベルの高さを見た米コストガードの松



第5図 ロラン・デッカ局配置図

前、新潟、米子の各局も日本側に移管したい旨の申し出を受け、昭和39年7月1日よりこれらの局は日本側の手により運用されることとなった。

しかし、これらの局はいずれも軍用のトレーラーハウスであり、送信空中線も木柱を使用した25mT型であり、電源も3台の発動発電機を2台ずつ交代で24時間運転するという、いわゆるポータブル局であるため、海上保安庁はこれらの局を恒久的な施設とすべく、建物、空中線、無停電電源装置等すべて新設した。しかしロランA用の主要機器はいずれも製造後20年近く経過しているものであったが、まだ数年は使用出来る見通しがあったことと、これらの機器をわが国で製作するのを待てば移管の時期が大幅に延伸する等の事情があり、米国側の好意的申し入れによる無償譲渡を受けることとなった。その後これ等の主要機器は日本製のものに置きかえられつつある現状である。

その後、約1年間の運用状況を見るにその利用可能時間率が、米コーストガードで運用していた時の99.5～99.7%を大幅に上廻る99.98～99.99%となったため、翌昭和40年5月、日本国内に残る二つのロランA局すなわち伊豆大島、野間池の両局も移管したい旨、申し入れてきた。

海上保安庁は将来を考え、伊豆大島に代るものとして、八丈島に局を新設し、従来からある波崎ロランA局と2S0レートを新たに開設し、ここに日本国内にあるロランA局はすべてわが国の手で運用することとなった。これは単にロランA局の移管という物理的な問題よりもむしろ、国内の電波標識は日本人の手で、また、基地返還のさきがけともいべき大きな意義をもっていたと思われる。

この両局の移管は昭和40年7月末に成立した予備費にて工事を行なったため、工期も短かく、特に八丈島は標高700mの三原山頂を約1,000m²切り開き、また、山麓より1,300mの道路を造成し、高圧線の引込み、離島であるため、資材の大部分を本土より運搬するなど非常に難工事であった。

また、八丈島はリンクしている硫黄島ロランA局との基線長が、929kmと、標準基線長の約2倍もあるため、同期維持を容易にするため、硫黄島向けの受信空中線は高さ約40mの垂直空中線を4素子八木型とした。送信空中線は従来45m垂直型を使用していたが効率を高めるため、0.6λの78m型とした。

第2図は八丈島ロランA局の全景、第3図はその敷地平面図、第4図は受信用空中線、第5図に日本周辺ロランチェーンを示す。

ロランAの利用者も年を追って増加し、受信機の生産

台数も昭和29年初めて8台作られたものが昭和35年には1754台に、昭和44年には10,000台を越えるに至り、最近では5吨未満の小型漁船にも数多く装備されている。これに伴ない、利用海域の拡大の要望が強く、このため昭和43年より2か年の継続工事で、大釜崎ロランA局の送信機電力を従来の160kWから1MWに増力するとともに送信空中線も45m垂直型から72m2素子八木型に改良し、太平洋側の有効範囲の拡大をはかった。また、落石ロランA局も近く大釜崎局と同様の規模にすべく準備中である。

これによって太平洋側、特に千島列島南方海域の有効範囲は大幅に拡大される予定である。

(3) デ ッ カ

これらのロランA局を建設し、また、改良する一方、ロランAシステムが長距離用としては優れているが、中短波帯(1750～1950kc)を使用しているため、地形の影響による減衰が大きく、従って基線が陸地を横切るとは同期維持上好ましくなく、そのため北海道北方海域をカバーするロランAチェーンを建設することは日本の国内を使用してのみでは不可能であり、また、置局の条件によってはロランAを利用出来ない、あるいは利用することが好ましくない海域も存在する。また、ロランAシステムがパルス波を利用した時間差測定方式であるため受信機の手操作にもある程度熟練が必要であるし、必要の都度測定をしなければならないなどの理由から、距岸300海里ぐらいを有効範囲とする、精度が高く、受信機の取扱いも簡単で、ロランAシステムではカバーできない範囲をカバーできるようなシステムの必要性を痛感していたが、これに相当するものとして、第二次世界大戦中に実用化され、特にノルマンディー作戦において船舶の誘導に画期的な成果を上げたデッカシステムに着目し、海上保安庁は昭和34年より英国デッカ社と接触をもち、鋭意デッカシステムについての技術的な問題のほか、その特許にかかる問題等を検討していたが、電波航法研究会からの運輸大臣への答申、さらには利用者特に北海道のロランAを利用できない漁場に出漁している漁業関係者からのデッカチェーン建設についての強い要望が国に対して行われ、これにこたえて海上保安庁では、昭和39年度に北海道チェーンを建設するための調査を行った。すなわち主局1、従局3の地点選定および実地踏査、9月15日より10月2日まで各地点における電波伝播調査を行なった。

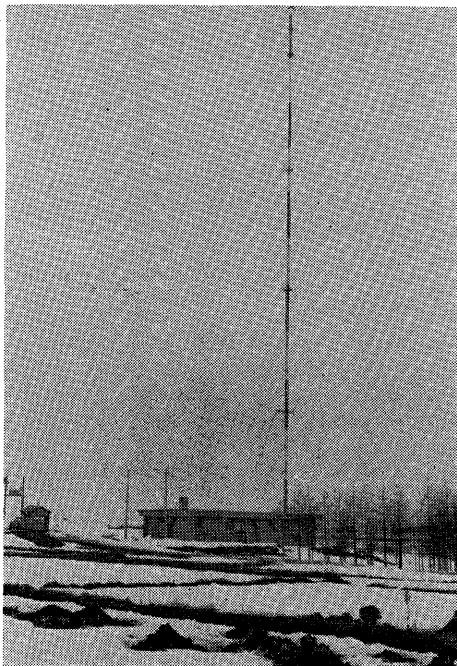
この調査の内容は、主局予定地の美瑛に85,725kc, 600W, A₁, A₀の送信機をおき、従局予定地の長万部、稚内、厚岸および北海道沿岸各地合計17箇所において電界強度の測定を行なったものである。

この結果、基線長がデッカシステムの標準よりも約2倍もある北海道デッカチェーンの建設についての自信をもつことができた。

この一方、英国デッカ社と本格的に交渉を行い、昭和39年8月契約書の調印が無事行なわれた。この契約の特徴を少し述べてみると、従来、政府の機関が外国の会社から特許の権利を買うという前例がなかったこと。(デッカシステムについての日本における権利は政府にある)、また、従来、外国ではこのチェーンを作るにあたり建設から機器作製まで全部デッカ社でやり、受信機もデッカ社作成のものをデッカ社からレンタルしていたのであるが、日本においては、建設および機器作成はすべて日本の手で行ない、受信機も日本のチェーンにて使用するものは日本で作り、日本でレンタルするという、今迄にない好条件を結んだのである。もちろんこのような条件が初めからすんなりのまれた訳ではなく、当時の関係官の血のにじむような努力の賜物といえよう。

かくして昭和40年より2カ年の継続工事をもって進められ昭和41年12月電波発射のはこびとなったが、美瑛主局は200mの三方4段支線式、他の3従局も150mの三方三段支線式の鋼管鉄塔を用いたが、このように高い鋼管鉄塔の建設は当時はまだ例がなく、北海道の土地柄、冬季工事不能の期間も長いと、敷地造成、道路造成、空中線建上工事、半径200m、120本のラジアルアース工事等、大変に苦勞した工事であった。

デッカ方式は長波(70~130 kc)を使用しているため、



第6図 美瑛デッカ局

陸地による減衰が極めて少なく、そのため置局計画も容易で精度も非常に高く、また、ロランA方式と同じ双曲線航法であるが連続波を使用した位相差測定方式であるため、一度受信機を正しい値に設定すればあとは自動的に連続測定できるという利点があり、これは小型漁船の乗組員等、特に知識のないものでも容易に取扱えるため、利用者も年々増加し、このためデッカシステムをもって日本沿岸をカバーすべく検討が進められ、北海道に続く次のチェーンとして北九州デッカチェーンの調査が昭和41年度に行われ、また、昭和42年度より2カ年の継続工事をもって建設が行われ、昭和44年5月に開局された。

第6図は北海道美瑛デッカ局200mの空中線および局舎である。日本チェーンは第5図に示してある。

(4) ハーバーレーダ

昭和25年、海上保安庁の巡視船に米軍貸与のレーダの装備を許可されて以来、わが国でもレーダ技術の研究開発に力をそそぎ、その技術は急速に伸びていった。この結果船舶用レーダの普及度は日を追って多くなり、視界不良時の入出港等に有効に利用されたが、船舶とうさい用のため空中線長にも限度があり、また、初めての港湾等に出入する場合、その港湾等に対する認識の不足等もあり、過信による海難事故を起していることもあるのが現状である。このため第二次世界大戦後、欧米各国において、陸上に大型高性能のレーダを設置し、港湾、狭水路等を航行する船舶に的確な情報を与えることを計画し、昭和26年ごろよりニューヨーク、ロングビーチ、ポートランド、ロッテルダム等の主要港湾につぎつぎにハーバーレーダが建設され、その有用性が高く評価された。

海上保安庁でも、濃霧等による海難事故発生の防止あるいは運航能率の低下を避けるための航行援助施設としてハーバーレーダの有用性に着目し、研究にとりかかっていたが、その第一局として、霧、雪等による視界不良日数のきわめて多い北海道釧路港に設置することとし、昭和35年度より2カ年の継続工事により建設に着手し、昭和37年8月試験業務を開始した。

ハーバーレーダの船舶用レーダに比しての優位性を考えてみると、このレーダは陸上に設置するものであるため、船舶に与える情報はトルーモーションレーダを装備した場合と同様に、自船と他の目標物との相対的關係を容易に判断できるし、運用者もその港に精通した職員であるため、的確な情報を伝達することができる。

このほかにも優位性は多々あるが、このためには、局に設置される機器には次のような技術的性能が要求される。

- (a) 方位、距離分解能の飛躍的向上
- (b) 高精度の標定機構
- (c) 離心 PPI の装備
- (d) 海面反射擾乱、雨雪等の反射擾乱の抑圧

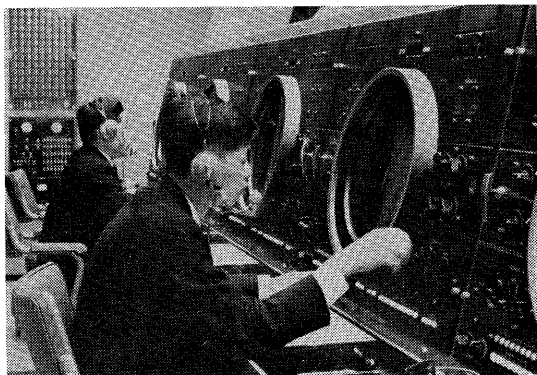
このため海上保安庁では数社のレーダメーカーと協力してミリ波レーダの開発を行ない、釧路レーダ局では港内用として 24 Gc のミリ波レーダを、遠距離用として 5,000 Mc のセンチ波を採用した。

この釧路レーダ局の各種データと、外国、とくにヨーロッパ方面のハーバーレーダ局の資料をもとに、昭和37年度より2カ年の継続工事をもって大阪ハーバーレーダ局の建設が行われた。

この大阪ハーバーレーダ局は大阪港中央突堤先端に高さ 50 m の自立式鉄塔を建て、上部にレーダ空中線を、地上より 10 m の下部キャビンに機器を収容し運用室としている。周波数はミリ波として 32.6 Gc を、センチ波としては 5,580 Mc を使用している。

その他、6面ある各指示器ともミリ波、センチ波の任意選択、監視区域の任意選択、電子カーソル等、最新の機構をとり入れたもので、世界でも最高の水準にある局といえよう。

ただ大阪ハーバーレーダ局の場合は、その港湾の性質上、最初は国際 VHF のみで運用を開始したが、日本の船舶、とくに内航船においては VHF 国際を装備するのが皆無に近く、現在は 2 Mc も併用して、港内状況、気象状況等の定時放送も日本語、英語の両方で行なっている。1日も早く国際 VHF を装備してこの優秀なハーバーレーダを多数の船舶が利用することを希望している。



第7図 大阪ハーバーレーダ局運用室

第7図は大阪ハーバーレーダ局の運用室で、また、第1表は同局のレーダの定格である。

(5) マイクロ波標識

戦後急速に開発されたマイクロ波の技術は各方面にその特長を利用されたが、海上保安庁もマイクロ波の直進性と尖鋭なビームを利用して精度の極めて高い近距離用電波標識を開発することとし、昭和30年ごろより研究に着手した。

最初に開発されたものは計数式のロータリービーコンで、高、低速の二つの回転空中線から出る指向性電波を計測することにより方位を知る方法であるため、測定に多少の熟練を要し、これを解決するものとして、方位情報の伝達にマイクロ波のパルス幅変調による音声信号を用い、受信側の船舶では音声による方位情報を直接聞くことによって直ちに局からの方位が判るという簡単で、かつ明確なシステムを開発した。これをトーキングビー

第1表 大阪ハーバーレーダ定格

(1) ミリ波レーダ

周波数	32,600 Mc (9.2mm)
送信出力(尖頭値)	30 kW
パルス幅	0.02 および 0.04 μ s
パルス繰返周期	5,400 pps
偏波面	水平
アンテナの形式	二重チーズ型
アンテナ指向性	水平 約0.2度 垂直 約5度
アンテナ回転数	18 r. p. m.
最大探知距離	10 km
最小探知距離	20 m 以下
方位分解能	約0.2度
距離分解能	約 3 m
受信機中間周波数	100 Mc
受信増幅器特性	直接および対数増幅
付加操作	海面反射抑制等

(2) センチ波レーダ

周波数	5,580 Mc (波長 5.4 cm)
送信出力(尖頭値)	40 kW
パルス幅	0.05 および 0.02 μ s
パルス繰返周期	2,700 pps
偏波面	水平
アンテナ型式	スロット型
アンテナ指向性	水平 約0.5度 垂直 約15度
アンテナ回転数	15 r. p. m.
最大探知距離	40 km
最小探知距離	60 m 以下
方位分解能	約0.5度
距離分解能	約 7.5 m
受信機中間周波数	60 Mc
受信増幅器特性	直線および対数増幅
付加操作	海面反射抑制 (STC) 等

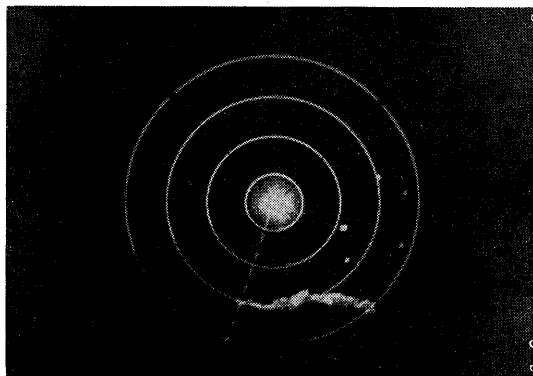
コンと名付け、日韓漁業協定の締結によって定められた協定ラインの測定用にはこの方式が使用され、ライン近辺にて操業する漁船は全部受信機を装備し、常時自分の位置を確認しながら安心して操業しており、大いに効果を発揮している。

この対馬 トーキングビーコン局は、昭和40年度の補正予算をもって作られ、3局をもって構成されている。この3局はともに無人局で、利用するにあたって他の局をも同時に受信して判別できないということのないように400 Mc 回線で互に空中線は同期回転しながら電波を発射している。監視および制御は対馬ロラン局で行なっている。利用者は水平面無指向のスロットアンテナを2個、ダイバシティ方式に取付けてあり、直接検波方式の簡単なもので価格も低廉である。また、昭和35年度より船舶の誘導を目的としたコースビーコンも次々と建設され、濃霧等視界不良時には多数の小型漁船に有効に活用されている。トーキングビーコン、コースビーコンとも周波数は9310 Mc を使用し、受信機は供用出来る。

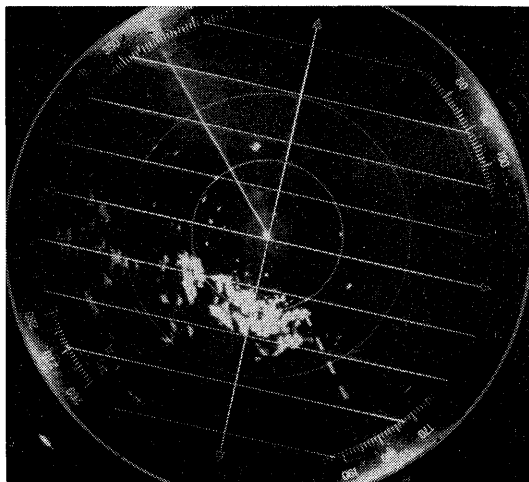
第8図は対馬トーキングビーコン局であり、屋上の三個のレードームの中には各々120度づつ角度を違えてあるスロットアレー型空中線が収納されている。



第8図 対馬トーキングビーコン局



第9図 レーマーク



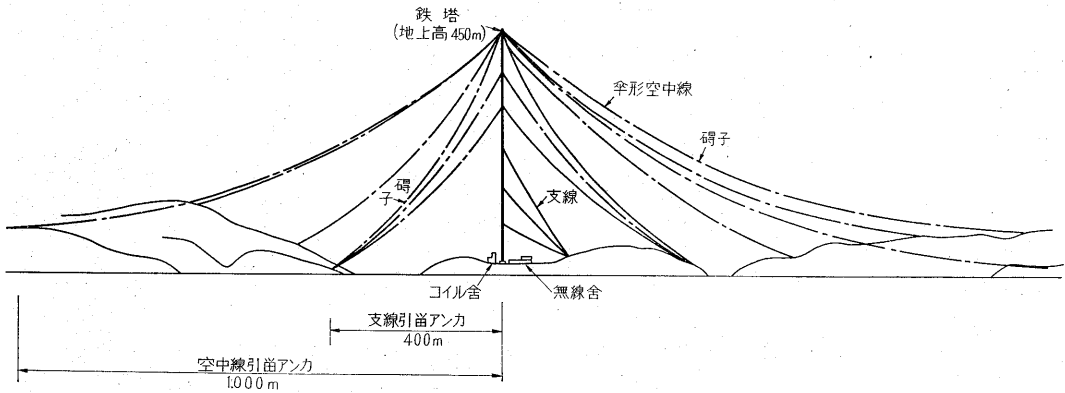
第10図 トランスポンダ

船舶用レーダが普及するにつれて、レーダスコープ上にその局からの方向を輝線をもって表示するレーマークビーコン(第9図)や、その局の位置をレーダスマープ上に識別符号をもって表示するトランスポンダ(第10図)の設置の要望も強く、昭和35年度に観音崎にレーマークビーコンを設置したのを最初として現在迄に主要な初認点に6局が建設され、今後も増設してゆく予定である。トランスポンダは昭和42年度に千葉県布良鼻に、また、昭和44年度には東京灯標に設置され、主として障害標識として今後は相当数建設されることであろう。周設数は共に 9375 ± 40 Mc で揺動し、船舶用レーダをカバーしている。

(6) オメガ

従来電波標識は各国において独自に開発したものが多く、したがって利用者も広範囲に行動する場合には、数種の航法用機器を装備する必要があった。また、現在もっとも広く利用されているロランAにしても、地球表面の僅か15%をカバーしているに過ぎず、全世界を単一のシステムでカバーでき、しかも精度の高いシステムについて各国とも鋭意研究していたが、1958年(昭和33年)ごろより、米国において10~14kcの超長波を使用した双曲線航法の開発が本格的に開始され、このシステムを最終の電波標識という意味からオメガシステムと名付けた。

この航法は純理論的には赤道上に90度ごとに局4を、南北両極に各1局の計6局で全世界をカバーできるという画期的なもので、地理的制約および電波伝播特性上の面から9局とし、予定されている地点は米国ノースダコタ、ハワイ、南米トリニダード、アルゼンチン、オーストラリア、アフリカ仏領ラレユニオン島、ノルウェールドラ島、日本対馬の計8局である。



第11図 オメガ送信局透視図

海上保安庁では、世界有数の船舶保有国として、また、世界の各地のくまなく日本船舶が航行している現在、このようなシステムの完成によるわが国海運界への恩恵ははかり知れないものがあるし、極東地域に建設するには、地理的条件から、また、技術レベルからいっても当然日本に建設されるべきであるという考えから、この計画の推進国である米国と会談を重ねてきた。

当初の計画では、超長波を使用する関係上、送信空中線は幅 2~3km で、その両側の 5~600m の山頂間に数条の空中線を展張する、いわゆるバレースパン型アンテナを採用する予定で、このような地形に適合した地点して1箇所を選定し、実地踏査および大地導電率の測定等を行なったが種々の制約のため、いずれも建設の条件に合わず、最終的に対馬の舟志湾地区に高さ 450m の鉄塔を建設することとなった。

この空中線の概要は、高さ 450m、直径 3m の第6段支線式鋼管柱を6個の台礎子にて基部絶縁し、頂部より16本の傘型アンテナを展張するもので、空中線の能率は9.9% で実効放射電力は 10kW の予定である。現在工事中であり、電波発射は昭和 47 年度末を予定しているが、日本一高い鉄塔ということから、技術的にも種々難

かしい問題も多く、各界から注目を受けている現状である。第11図は対馬オメガ局の完成予想図である。

(7) むすび

日本にはじめて電波標識が作られてからまだ50年にも満たないが、その時点その時点における変遷はあったとしても、特に戦後の移り変りは激しく、まさに日進月歩ともいうべき感がある。つい20年前まではこれなくしては船は安全に航行できないとまで思われた中波標識はすでに漸次廃止の方向に進んでおり、また、現在ほんの数屯の船にまでも積まれているロランAにしても、オメガが普及したあかつきにはやがて姿を消す運命にあると思われる。最終のシステムといわれたオメガにしても、また、やがてできるであろう航行衛星システムにしても、これからの20年間に果して現在の姿のままでいるであろうかということは非常に疑わしい限りである。船舶の超自動化、超大型化、超高速化に伴ない、これに対応する電波航法が電子工学の発達と共に次々と考えられ、それが以下に海運界に寄与できるかと思うと、この仕事にたずさわる者として一日もゆるがせにできない一方、また非常に楽しみでもある。

電波航法装置20年の歴史

東京商船大学* 庄 司 和 民

Brief History in Marine Electronic Navigation During the Last 20 years

Tokyo University of Mercantile Marine*

Kazutami SHOJI

1. ま え が き

電波航法研究会が発足してから20年をむかえましたが、この間の電波航法計器の発達は、一に電子工学の発達、二にトランジスタの開発、三に電子計算機の進歩によって大きくうながされたといえましょう。勿論これらもお互いに関連がありますし、その他の誘因も必要であったでしょう。しかし、上記の三つのことがらによってなにより大きく区切りをつけて変革して来たように見受けられます。

電波航法研究会の初期の頃の大きな問題は、外国特にアメリカ合衆国が、第2次大戦中に開発した航法装置をいかに吸収するかということでありました。

また、それらが製造された後の信頼性が初期の頃はしばしば問題となって、例えば、レーダもなるべく必要な場合以外はスイッチを切っておくように注意されたものでありました。しかし、電子工学の進歩によって、電子部品の改良と、回路の安定化等が図られ、信頼性が上がったものであります。このため昨今は、沿岸航海中はレーダを昼間も使用して、レーダで船位を求めて航海することが当然のこととなって居ります。

トランジスタの開発は、装置の安定化は勿論、小型化をもたらして、小型船にもあらゆる電子航法機器の利用を可能にしました。

そして最近では、電子計算機をとりいれた情報処理性能をもたせるように進んで来たのであります。

このうごきをふりかえって見ますと、技術的には第2次大戦中の兵器としての開発成果、そしてジェット機の開発、宇宙開発の成果によってもたらされたものが多いことがうかがわれ、経済的には、船舶の高速化、自動化、大型化、そして専用船、コンテナ船等の運送形態の変革によって刺激されたこともいふまでもない事実といえましょう。

電波航法研究会という名称も最初から問題となって居り、電波という名称にこだわらずエレクトロニクス・ナビゲーションという意味があるということで音響機器についての研究報告もなされて居たのでありますが、そのような意味で、ここ20年の電子技術利用の航海機器の歴史をふりかえって見たいと思います。

第一表はまとめて年表にして表わしたのですが、誤りや訂正すべきところがありましたら御許し下さいまして、是非御一報下さいますようお願いいたします。

2. レーダ

第2次大戦中電探として研究されていたレーダは、Aスコープだけを備えた、非常に調整の難しい秘密兵器として、終戦をむかえた。終戦時に見た米軍のレーダと比べて、日本のレーダは性能的に劣っていたことをまざまざと見せつけられたものであった。しかし、電探は航海用にも有効なものであることが分っていた。例えば、第5回の電波航法研究会(昭26.12月11日)で伊藤庸二氏はその講演のなかで、キスカ進攻作戦(昭17.6.7)において「伊勢」に1.5m波の、「日向」に10cm波の電探をつけて行ったが、丁度台風にあつて、輸送船団が4分5裂ばらばらとなったが、電探で忽ちまとめたという話がされています。そこで航海の安全のためには是非とも必要なものであるという陳情が実つて、航海用レーダの使用と輸入が昭和25年1月18日、連合軍よりの日本政府宛覚書AG413.684によって許可され、さらに翌26年8月7日にその補足文書として、航海用レーダの研究改良、設計、製造も許可されるに至った。このことは電波航法研究会の発足を大きく盛上げる原因ともなったものである。

かくして、まず輸入レーダが昭和25年(1950)10月に青函連絡船の洞爺丸に、12月には三井船舶の吾妻山丸に夫々装備され、さらには巡視船「おき」に昭和26年2

* 東京都江東区越中島 2 (2, Etchujima, Koto-ku Tokyo)

第1表 電波航法装置年表

年 代	レ ー ダ	ロラン・デッカ・オメガ	航 海 衛 星	そ の 他
1950	10. 輸入レーダ (スベリ ー) 洞爺丸 (国鉄) 12. 輸入レーダ (スベリ ー) 吾妻山丸 (三井) 12. 自動方探 (光電) 朝 霞山丸			11. 北辰シングルユニッ トパイロット さんぺどろ丸 (三菱)
1951	2. 輸入レーダ (RCA) おき (海上保安庁)	6. スベリロラン 浅香 山丸 (三井)		7. 北辰ツウユニットパ イロット 摩耶春丸 (新日本)
1952	9. 国産レーダ (TKS) 第一大海丸	1. TSKロラン 大江山 丸 (三井)		10. レートパイロット (TKS) 霧島丸
1953				2. MCP (TKS) 富士丸 (静岡県)
1954				9. 航跡自画器 第16文丸 (大洋)
1955				7. 北辰ブラートジャイ ロコンパス 神宮丸 (大協)
1956	8. 円偏波レーダ (TSK) 十勝丸 (国鉄)			
1957			スプートニク1号	5. 漁船用パイロット (北辰) 第3清寿丸
1958	レーダ自動警報装置 (協立) そらち (海保) 6. TMI レーダ (TKS) あるぜんちな丸 (OSK)			8. ノーチラス号北極点 通航
1959		11. 北海道ロランステ ーション	9. トランシット 1A	
1960	電波速度計 (神戸工 業)	自動船位計算ロラン 装置試作 (沖)	6. トランシット 1B	3. 汐路丸船橋コンソ ール試作 (東京商船大)
1961	2. レーマークビーコン (観音崎) 5. マイクロ波ロータリ ビーコン (綾里崎) 5. トランジスタロラン (TSK) 第1住栄丸 7. マイクロ波コース ビーコン (伏木, 新湊)			11. 金華山丸 (三井) 船用水晶時計 (東洋 通信機) ふろりだ丸 4. ESジャイロ (TKS) 第75大栄丸
1962	9. 釧路ハーバーレーダ			5. レスコパイロット (TKS) 第3明星丸 6. 水晶時計 (セイコー) 若狭丸 (NYK)
1963	3. トランジスタレーダ (TKS) 第23みつ丸	1. オートロラン (古野)	2. 航海衛星懇談会 (科 学技術庁)	高経済性船試設計 (日本造船研究協会)
1964	2. SPレーダ津軽丸 (国鉄) 7. 大阪ハーバーレーダ			4. 津軽丸 (国鉄) 11. 北辰小型ジャイロ 第38ブルドーザ丸
1965	電波測距速力計 (安 立電波)	10. ロラン A/C 受信機 (古野)	衛星航法研究会 (科 学技術庁)	10. EMログ (北辰) えりも (海上保安庁)
1966				11. EMログ (北辰) 出光丸 (出光タンカ)
1967		9. 北海道デッカステ ーション デッカ受信機 (神戸 工業)	衛星航法研究会 (電 子航法研究所)	
1968	衝突条件計算システ ム (JRC) 青雲丸 (航 訓)		衛星航法システム提 案 (東芝, 三菱, JRC, 沖, 富士通)	高度集中制御船研究 (日本造船研究協会)
1969		5. 九州デッカステ ーション	NNSS 受信機試作 (電子航法研究所)	
1970	衝突予防レーダシス テム星光丸 (三光汽 船)	オメガ受信器 (光電, JRC)	NNSS 受信機 星光丸	星光丸 (三光汽船)
1971			NNSS 受信機 (東芝)	

月に装備されたものである。

昭和27年9月には国産レーダの第1号機が第一大海丸に装備され、以来国産レーダが多く製造されるにいたった。

昭和40年の調査によれば、遠洋区域の商船は殆んど100%、レーダを装備して居り、内航船も機帆船から小型鋼船にかかわるとともに、レーダを装備する船が増加して来た。昭和47年(1972)にはIMCOの勧告を受けて、3000トン以上の船舶にレーダの装備を義務づけることになる予定である。

また最近ではレーダの重要性が新たに認識されて、2重装備も進められています。

初期の頃は確実な作物を保つようにということが問題であったが、年を追うごとに信頼性も増し、トランジスタやIC、またLSI等の開発に伴い、信頼性もずっとよくなり、また小型化がすすんで、小型のレーダが出来上り、小船にも利用しやすくなったことは、航海の安全の上から非常によろこぶべきことである。

しかし、一方には、視界の悪い時にも、自船の位置がよく確認出来るようになった結果、他船との関係は2の次として、狭視界中も動きまわる船が大幅にふえたこともいえない。このため霧中レーダで航行中の衝突事故が増大するようになり、世界的な問題となって来た。

この問題の解決策として、プロットイングの実行が勧告され、プロットイングのための道具の考案にはじまって、最近では他船の自動的な検出、追跡、そして危険係の判定および、安全に航過するための操船方法の演算装置へとすすんで来た。昨昭和45年秋に竣工した「星光丸」(三光汽船)(13万トン)は、衝突防止のレーダシステムを中央電子計算機との連携で作動させていることはあまりにも有名であり、かつまた画期的な出来事ということが出来る。

レーダを援助するための航法援助装置としても、航路のブイにリフレクタを取付けることから始まって、レーマーカービーコンの設置、トランスポンダビーコンの開発となって居り、さらに北海道の釧路港と大阪港のハーバーレーダは入港船に適確な情報を伝えるようになって来た。今後の数年中に、東京湾その他に於いて、大規模な航海援助のセンタが、数個のレーダー局を中心とした援助システムの情報センタとして出来る予定になっている。

レーダ自身の性能、増幅回路の改良によってよくなって来たが、円偏波レーダの開発から、最近のデジタル演算処理回路の進歩と、これによる信号処理は、レーダに表示される映像の質の向上に非常な威力を発揮しつつある。さらに最近では出力装置としてPPIのみに頼ること

なく、もっと人間の感覚に直接訴えるような表示(ディスプレイ)がいろいろと研究されつつある。

3. ロラン・デッカ・オメガ

レーダと並んで、第2次大戦後導入された電波航法機器にロラン・デッカがあげられます。船位の決定に当たって、航海者に安心感を与え、海難の防止に役立ったことは、これも画期的なものと言えます。ロランAによって夜間遠距離まで到達する電波を用いて船位がどんな時でも決定出来ることになり、これまで太陽を観測して船位は正午に決められたものを、船位は夜決定するものになって来た程であった。しかし、まだ到達距離が充分でないため、全世界をカバーするまでには程遠いものでしたが、最近ではロランCシステムとなって、大幅に利用範囲が拡がり、さらに現在オメガ航法システムがすすめられています。対馬におけるオメガ送信ステーションの建設も進行中で、昭和47年度には完成して電波発射にまで漕ぎつけた意向のようである。

ロランAのサービス区域は、南太平洋と南支那海方面に拡がっていたため、商船よりも漁船に装備される率が高く、このため受信機もどんどん改良されて、自動追尾式のロラン受信機、そして最近では演算装置と組合せた船位算出および船位記録等まで行うものが出現した。

最近ではロランAよりもロランCを用いる場合が多くなって来て居り、オメガ航法システムの完成まで当分の間はロランCシステムが利用されるでしょう。

デッカは昭和42年9月に北海道のステーションが開設され、昭和44年5月には九州のステーションが開設され夫々の地域の沿岸航海に利用されています。

オメガ受信機の製造も昭和45年に2、3の会社が始動して、実船試験も進められて居る。

4. 人工衛星航法システム

全世界的な航法システムとして人工衛星を利用しようという考えは昔からあったが、実際に人工衛星が打上げられるようになってから急速に進み、現在は米国海軍が開発し民間に開放したNNSS方式が利用可能な唯一の方式として、星光丸にも搭載されている。

NNSSは昭和32年(1957)ソ連が人工衛星の第1号を打上げてから、これの発信電波を受信して、ドブラーシフトを利用する航法システムが考えられたここには始まり、昭和34年(1959)9月に航海衛星としてトランシット1Aが打上げられ、これは不成功に終わったが、つづいて翌昭和35年(1960)4月トランシット1Bが打上げ成功して以来、多くの航海用人工衛星が打上げられて、これを利用している。

現在は昭和42年(1967)に打上げられた3つの航海衛星と、昭和43年(1968)および昭和45年(1970)に打上げられた航海衛星の合計5つの航海衛星が地球をまわって、概略1時間に1回は船の位置がこれらによって求められる状況である。

受信装置は、昭和43年にジョンソン大統領が NNSS を一般に利用することを許可して以来、米国では数社が製造していたが、日本でも昭和44年に電子航法研究所で試作が完成し、昭和45年前述の星光丸に搭載された。昭和46年にいたり2、3の会社が製品を完成している。

NNSS以外の衛星航法方式について、諸外国でも夫々提案がなされたが(GE, ウェスティングハウス, フィルユ, 英国等), GEでは試作装置によって、実験を行っている。

我が国でも昭和38年(1963)より、科学技術庁に航海衛星懇談会が発足し、種々検討されたが、昭和40年から航行衛星技術研究会として研究が重ねられ、さらに昭和42年(1967)衛星航法研究会として電子航法研究所がまとめ役となって開発がすすめられた。昭和43年(1968)には、国内6社から夫々独自のシステムが提案されたが、現在は前述のとおり、NNSS方式によるものだけが実用化されている状態である。

5. 音響測深儀, ソナー

第2次大戦中、英国海軍型と称して磁歪式の音響測深儀が商船にも使用されたが、電子技術の未熟から安定でなく、使用に不便を感じたものであった。しかし、戦後は終戦時の混乱期にも航路保安機という名称のもとに、製造と研究が許され、その後の電子技術の進歩により、信頼性も増して、必要不可欠のものとなった。特に漁船における魚探機としての利用は目覚しく、これが大きく音響測深儀の発達を促した。1960年頃からトランジスタ化もすすみ、小型で性能のよいものが出廻り、昔日の測鉛や、ケルビン式の測深儀は全く姿を消したことは、往時を知る人にとって夢のようなことといえる。

その後巨大船の建造されるにともない、操船上微細な船の移動の測定が必要となって、ドブラソナーの出現を見た。1965年頃米国では、主として海洋開発のための水

中探検船用に開発製造されたものが、最近では巨大船運航用に利用されるようになったといえる。本年になって、国内の2、3の会社が製造に乗り出し、夫々実験を進めている。

また、座礁予防用として水平ソナーも数年前から研究されているが、これは未だその目的を達していない。

6. その他

直接電波航法装置と関係はないが、自動化およびコンピュータシステムと関係のある航法装置に、コンパスとログおよびオートパイロットがある。

コンパスは最近ジャイロコンパスも小型で性能のよいものが出現して、オートパイロットのスタンドの中に組込んだり、ブリッジに装備してそのまま用いたりすることが出来るようになった。ESジャイロ(東京計器)アーマブラウン(S. G. Brown社)D-1型ジャイロ(北辰)等があげられる。

ログでは電磁ログ(北辰)の出現は、自動化、コンピュータコントロール化に貢献する所が大きい。

磁気コンパスを利用した磁気コンパスパイロットの開発も見られるようになり、ジャイロパイロットに対するバックアップとして有用視されるようになった。

オートパイロットも機械的のアナログ計算装置から、プリント板を利用した電子的計算装置に変わり、小型軽量且つ信頼性の高いものが出来るようになった。これは自動操船に少しづつ近づきつつあることを示すものである。

クロノメータにとってかわって、水晶時計になったことは、精度が格段に向上すると共に、電子計算機への入力装置としても適するようになり、将来の発展に資する所も大きいと考えられる。

その他、音響測深儀におけるマルチペン方式の開発、青函連絡船における船位測定用レーダ(SPレーダ)の試み、練習船青雲丸の航法システムへの電子計算機の利用、星光丸のコンピュータシステムの採用等、個々の航法計器の開発と相俟って、これらを有機的に組合せた総合的航法システムへの発展が見られるようになって来たことは、次段階へと大きく飛躍せんとしていることがうかがわれる。

電波航法に関連する基礎電子技術の 20 年

電気通信大学* 鈴木 務

Recent 20 Years History of Fundamental Electronics Related to Electronic Navigation

Electric Communication University*

Tsutomu SUZUKI

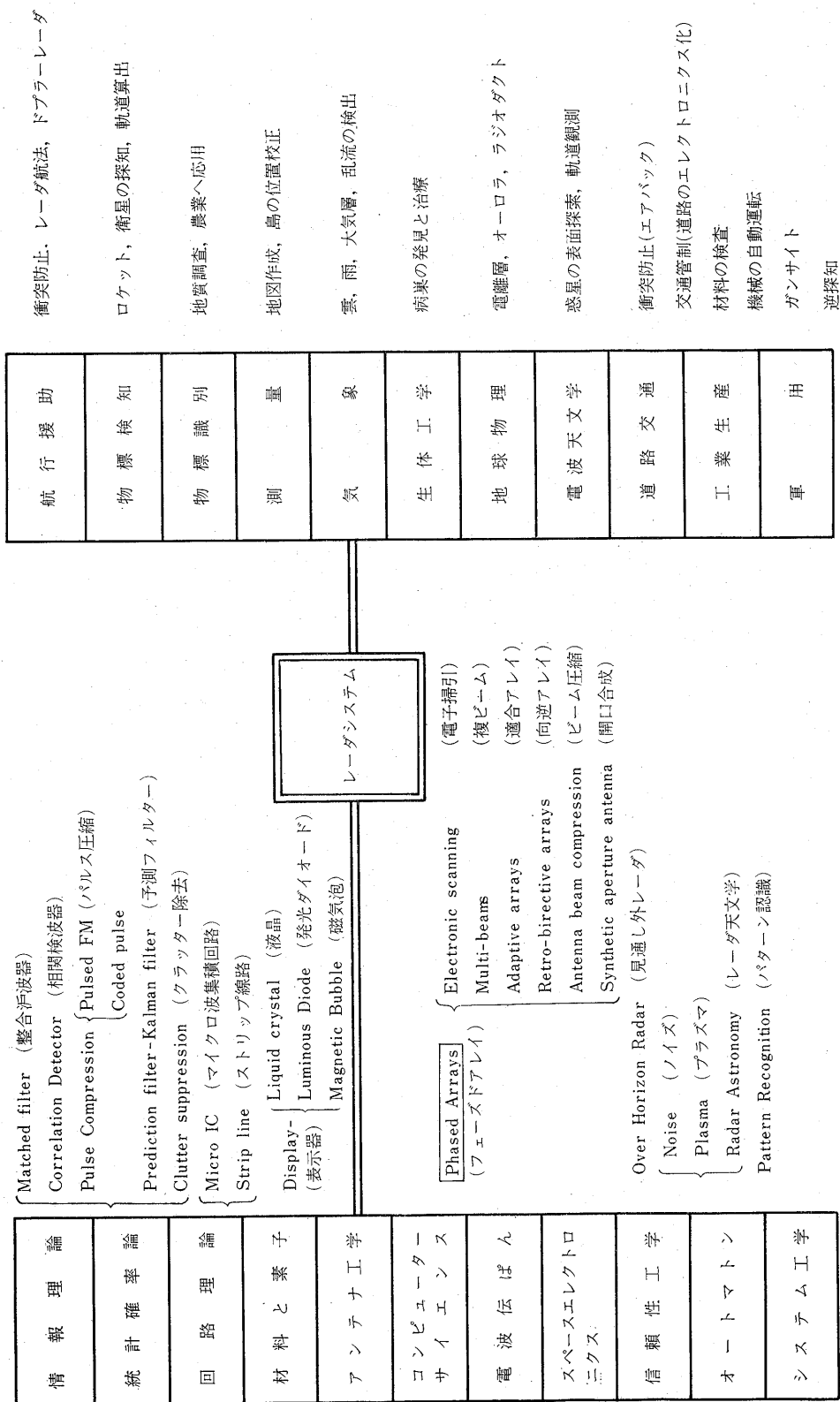
電波航法は総合技術である。電気のみならず数学、物理、化学、機械、エネルギー、材料、システム工学などすべての基礎科学の応用として航法が生まれてきたがあまり深く根を掘っていくと限りなくなってしまうので特に電気に関する進歩の著しい分野、トピックスとなっている話題の 20 年の歴史を考察することにする。20 年前というと正確には 1951 年以降ということになるが話の順序で多少それよりも前のものも含んで紹介することにする。第 1 図に今日のレーダ技術を支えてきた主な基礎技術とレーダの応用分野を示してある。レーダだけについてこの様に多数の基礎技術の上に今日の姿を見ることができるのである。他の航法システムも第 1 図に示すと殆んど同じ分野の基礎技術が応用されていると考えてよい。そこで第 1 図と関連を持たせながら電気の基礎技術の 20 年について眺めてみることにしよう。

情報理論と統計確率論

情報理論と統計確率論は近代航法の進歩に非常な寄与をなした。1948 年 Shannon¹⁾ はそれまで Carson(1922 年)による変調の理論、Nyquist(1924 年)による信号の伝送速度理論などの論文をもとにして情報という抽象的な概念を定量化し、通信(広い意味での言葉でレーダ信号なども含めて考えられる)を一体化したモデルとして考察することを提唱した。1944 年 S. O. Rice²⁾ がランダム雑音の理論的取扱い方についての論文を発表した。Rice は雑音と信号が混っている信号がある帯域幅を持つ受信機の中を通過すると出力にはどんな統計的性質を持った信号が表わされるかを理論的に解明しており、今日でも Rice の式がレーダ信号の解析に使用されている。このようなランダムの信号の取扱い方は Siegfert, Neyman-Pearson, Middleton³⁾, Wald⁴⁾ などその後次々人々によって統計的決定理論として展開された。雑音と信号は不

可分のものであり、このような雑音研究は各種の変調理論、例えば符号変調のごとき新しい変調方式を生み出してきた。オメガ電波の受信にしても慣性航法に使用するジャイロのドリフトにしてもこの様なランダムな信号の取扱いの考え方が必要となっている。1950 年 R. W. Hamming⁵⁾ は符号化の理論を発表した。この理論は符号化パルスによるレーダやソナー信号パルスの圧縮などに今日展開された。信号を符号化することにより誤り訂正符号、最適符号系、ブロック符号など群論の考えを導入した新しい符号系が発見されてきた。信号検出で注目すべきは 1953 年 Woodward⁶⁾ が紹介した ambiguity function による信号の分解能および不確定性に関する研究で、ある任意の波形があると、この波形によって分解し得る二つの近い物標間の距離の限界が理論的に求められることになった。受信した信号を最大の S/N で出力を得る matched filter⁷⁾ の考え方はあらゆる受信機の基本ともなる考え方であり 1943 年 North によって理論が出されたが実用化は 1950 年すなわち 20 年以後に発展されている。パルスコンプレッションの考えは 1947 年ベル電話研究所の Darlington⁸⁾ によってなされ、1954 年に US 特許をとっている。1951 年からベルで実験がはじめられている。信号の汨波器と予測器の研究は 1949 年 Wiener⁹⁾ や 1950 年 Zadeh によって初められ過去、現在、未来を最小自乗の平均誤差で推定する線形フィルターの理論が作られ、その後非線形予測フィルターにまで拡張された。1950 年以降の理論研究が発展したものに非線形理論がある。1955 年後藤¹⁰⁾ によるパラメトロンの発明、1948 年 Van der Ziel によるパラメトリック増幅器の理論発明は 1954 年電々公社の喜田が初めて実験に成功し、我国の低雑音パラメトリック増幅器実現の第一歩を踏出した。1960 年以降半導体や誘電体による非線形素子が容易に入

* 調布市小島町 14 (No. 14, Kojima-cho, chiyofu-shi, Tokyo)



第1図 レーダ技術を支える主な基礎技術と応用分野

Microwave Amplification by Stimulated Emission of Radiation の頭文字をとったもので宇宙航法のごとく超遠距離で微弱な信号を雑音の中から抽出するときの受信機など低雑音受信に使用される。1960年最初の宇宙通信としてエコー1号衛星からの電波は利得 36 dB, 帯域幅 13 MHz, 雑音温度 8°K のメーザ増幅器を使用した。メーザは低雑音とするため液体ヘリウムの中に入れて使用している。レーザはこのメーザの原理を Showlow と Townes¹⁶⁾ が赤外線や光の領域に応用したことから初められた。ルビーを使った固体レーザ, ネオンや炭酸ガスを使用した ガスレーザが使われてきたが 1962 年ガリウムヒ素, GaAs を用いた半導体レーザが発明され能率よく手軽にレーザ光線が得られるようになった。レーザは mm の精度で測距が行なえ, 特に海中での利用に注目されている。

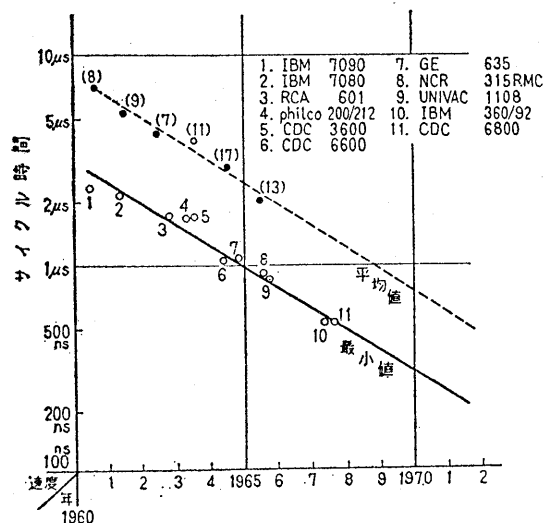
集積回路, IC—Integrated Circuits

近代電子回路の革命ともいえるもので第二次大戦中に軍用機器に対する小形化と信頼の向上という要求から, 半導体電子技術といっしょに現在のごとき多数の IC が製産されるようになった。IC には薄膜集積回路, Thine Film IC と半導体集積回路, Semiconductor IC と, これらの組合せによる混成集積回路, Hybrid IC とがある。電子部品を小さくして組合せようとする考え方は第二次大戦直後から表われているが IC に関連するプリント配線の発明は本会とも関係の深い前電気通信大学教授大岡茂先生で, 先生は 20 年以上も前に特許をとられているので現在の権利は時効になってしまった。先生にとってはお気の毒でしたが別な見方をすれば非常に進んだ考えをお持ちだったといえる。薄膜集積回路は基板上に金属や酸化物の薄膜を蒸着させて電子回路を構成したものであるが半導体 IC は基板となる板自体を半導体材料で作り基板の各部分自体がダイオード, トランジスタから LCR までの動作を行うようにしたもので, この考え方は 1952 年イギリスの Dummer¹⁷⁾ によって提案された。電子計算機やフェーズドアレイレーダのごとき同じ電子回路が多数使用される機器に IC の効力は大きい。一本一本リード線を配線していたのでは接触不良, 誤配線などのミスは避けられない。特に 1960 年初期から開発されつつあるマイクロ波用集積回路, MIC—Microwave Integrated Circuit は小形, 軽量で高信頼性のマイクロ波回路の多量生産に適しておりフェーズドアレイを使用するレーダには不可欠のものとなる。現在はまだ生産品質のパラツキが大きいのと非常に高価になってしまうのが欠点とされている。IC 開発の基礎ともなっているのは電気材料の改良で, 導電材料, 磁性材料, 誘電材料, 有機材料など地道にこの 20 年間の進歩がある。現在では

人工水晶が発振素子として使われ天然水晶は殆んど使用されていない。マイクロ波やミリ波帯で使用できる大電力用のフェライトコアも開発された。1956 年ベル電話研究所で開発したタンタル電解コンデンサは大容量で非常に流れ電流が少なく $-75 \sim +125^{\circ}\text{C}$ の広い温度範囲で使用できるなど材料方面でも進歩がみられる。

電子計算機

歴史は H. Aiken がハーバード大学において IBM の援助を得て Mark I 号 (1939~1944 年) を完成したのが第一号とみられている。これは電気機械式で電子管式は 1946 年に ENIAC 社の Eckert と Mauchly によって完成された。然しこれまでの計算機はプログラムを記憶する現在の方式よりも原始的なもので, von Neumann の着想でイギリスの EDSCA 社の M. V. Wilkes によって始めて現在の電子計算機のプロトタイプというべき機械が作られたのが 1949 年で 22 年前のことであった。我が国でも終戦後電気試験所がリレー式計算機 ETL Kk II 型を製作して以来多数の近代的電子計算機が製産されるようになったのは周知のとおりである。計算機は年々大型化され, 高速化と大容量化へと進みつつある。大容量の記憶装置として磁心記憶装置が用いられているがこの部分の動作スピードが他の計算機部分より遅いので磁心記憶装置のサイクルタイム(動作周期時間)を短縮する努力が続けられている。第 5 図は年代とともにサイクルタイムがどのように短縮されたかを代表的な計算機を例として示してある。回路素子もトランジスタから集積回路化へとすすみつつある。記憶装置もスクラッチパッドとよぶ超高速のレジスタが使われつつあり素子に磁性薄膜, IC, 磁気泡 (Magnetic bubble), 光のホログラフィなど



() 内の数字は各年ごとに示す標準数を示す

第 5 図 記憶装置の速度と年代(和田弘氏より)

が使われるように研究がすすめられている。ソフトウェアの研究も進められ、自動化船に積載される船用コンピュータは航路計算、衝突防止、その他多方面に渡って利用されつつある。1960年ごろから研究が進められすでに実用化の時代に入ったフェーズドアレイレーダはアンテナ素子の位相を目的に従ってコントロールする必要があり、このためにプログラムされた指令を出す計算機が必要となっている。ドブラーレーダにしても慣性航法にしても計算機がないと得られたデータから必要な航法情報が得られない。我が国ではまだ航法専用的小形、軽量の計算機の研究が遅れており、我々関係者としてこの方面の開発を望むところである。過去20年間に演算速度は3ケタも向上することが出来たが入出力装置の速度は1ケタ程度向上したのみである。電子的なものと機械的なものを結合するためにどうしてスピードが上げられない。出力指示はデジタル形が多くなり電圧、電流、温度、位置などの情報データはアナログ量として検出され、アナログ計算機で計算した結果をA/D変換器を使いデジタル量に変換してデーターロガーなどに記録するごとく最終的にはデジタルで表示する方式が多くなりつつある。ディジタル計器もこの20年間に現われた。ディジタル周波計は1950年に発明され、従来まで最も精密な周波数測定法といわれたヘテロダイン方式より高精度の測定が簡単な操作で行なえるようになった。ディジタル電圧計は1953年に発表されている。

その他の基礎技術

航法も計測の応用分野と見ることが出来る。計測の基礎になるのが電気単位である。世界的には1908年ロンドン会議で定まった水銀抵抗原器、銀分離形電流計による国際単位が長い間測定の基本単位として用いられてきたがcgs電磁単位からきめるべきこれらの実用単位の値が国際単位として用いる原器で得られる値と相違することが判明したので純理論的な絶対単位に切換え原器による国際単位を廃止するよう世界中の国々が1948年から切換えをはじめた。我が国は法律改正の手続きが遅れて1966年に切換えた。参考までにどの程度国際単位と絶対単位とで定めた値に相違があるかという、1平均国際オーム=1.00049絶対オーム、1平均国際ボルト=1.00034絶対ボルトであった。1平均国際ボルトというのは各国の1ボルト原器の値がわずかながら異なるのでその平均をとったもので絶対単位の1ボルトとの間に10,000分の3.4ボルトの相違があった(1948年)ので現在は世界中が絶対単位をとることに統一された。これも比較的新しいことなのである。現在でも原器は用いられており定期的な国際比較を行って標準電池や標準抵抗の値を校正している。現在我々が使用している電気単位の安定度は

0.1ppm(1千万分の1)の程度となっている。マイクロ波の領域では電圧定在波比の1.0008測定が可能になった。高Q回路の測定技術も進み100万程度のQまでが測定できる。高分解能レーダなどでの要求が高まり非常に短かいパルスの発生と観測が可能になった。立ち上り0.5時間ナノセカンド程度のパルスは直接オシロスコープで観測できるようになった。この他無線の分野ではアンテナや電波伝ばんに関する分野でも進歩は見られるが上にのべた分野程めざましい発展とは思えない。アンテナは航空機、ロケット、人工衛星に搭載するための要求もあり小形化、広帯域化などに工夫が見られ、特に半導体素子とアンテナを組合せたアクティブアンテナなどは注目される新開発とみてよい。第二次大戦後フェーズドアレイレーダの研究がすすめられ、アメリカでは既に実用化し我が国でもやっと試作にとりかかった状態であるがアレイアンテナ自体についての研究はすでに第二次大戦以前から行なわれていた。然しフェーズドアレイのごとく多数のアンテナ素子と位相器、電子計算機などを組合せた大きなシステムの航法機器は今後の航法機器の方向を示しているかのように見える。

結 言

航法に関連する基礎技術としてはまだ広い分野が多数残っていると思われる。戦時中に生まれたロランは原理こそ変わっていないがロランC、オメガと利用範囲、測定精度などが飛躍的に向上してきた。戦時中は電波探知機と呼ばれ軍艦の映像がやっと判別したというレーダは2km離れた一匹の蚊まで探知できるようになった。他局の援助なしに潜水艦が北極圏を通過するのに使用した慣性航法、地球上どの地点でも高精度の位置測定ができるといわれる衛星航法などこの20年間に話題となった新しい航法システムの誕生も以上のべてきたとき基礎的な技術の進歩があってこそ可能であった。今後航法システムはますます大形、複雑化して行くと思われるがそれらのシステムの基礎となる技術の開発は基礎的研究に係わる人々のみに任せておかないで航法関係に従事する人々の意見もこれらの人々に反映させ基礎と応用の両面が協力して航法技術の進歩発展に貢献して下さるよう希望して拙稿を閉じさせていただきます。

参 考 文 献

- (1) C. E. Shannon: Bell System Tech. J. 27, 1948
- (2) S. O. Rice: Bell System Tech. J. 23, 1944
- (3) D. Middleton: "Statistical Criteria for the Detection of Pulsed Carrier in Noise" J. Applied Physics, April 1935
- (4) A. Wald: "Sequential Analysis" John Wiley and Sons. Inc., 1947
- (5) R. W. Hamming: Bell System Tech. J. 29, 1950

- (6) P. M. Woodward: "Probability and Information Theory with Application to Radar" McGraw Hill Book Co. Inc. 1953
- (7) G. L. Turin et al. "An Introduction to Matched Filters" IRE. Trans. on Information Theory, June 1960
- (8) S. Darlington: Pulse Compression, US Patent 2,624,875, May 1954
- (9) N. Wiener: "The Extension, Interpolation and Smoothing of Stationary Time Series" John Wiley 1949
- (10) 後藤: 電気通信学会誌, 38, 1955
- (11) 鶴瀬知之: "超高周波デバイス絶えざる革新の歩み" 日経エレクトロニクス, 7-19, 1971
- (12) Sockley, et al.: Phys. Review, 76, 1949
- (13) Bardeen, Bratton: Phys. Review 24, 1948
- (14) J. B. Gunn: "Microwave Oscillations of Current in III-V Semiconductor" Solid State Comm. 1, p. 88, 1963
- (15) 「電子通信学会 50 年史, 10, 1967」 p. 242 より
- (16) A. L. Shawlow and C. H. Townes: Physical Review Letters, 4, 1960
- (17) G. W. A. Dummer: Proc. Components Symposium, Washington D.C. p. 19, 1952-05

(25ページより)

電波航法研究会規約 (つづき)

(研究会)

第 12 条 第 3 条に掲げる事業として研究会を会長が招集して開催する。

(専門部会)

第 13 条 特定の事項を調査研究するため会長は専門部会を設けることができる。

2 専門部会長及び専門部会に属すべき会員は、会長が指名する。

3 専門部会長は、部会の運営をつかさどり、部会で得た結果について会長に報告しなければならない。

4 会員は特定の調査研究事項について会長に提案することができる。

(会誌の刊行)

第 14 条 第 3 条第 3 項に掲げる事業として、会誌「電波航法」を刊行するものとする。

2 会誌「電波航法」は、別に定めるところにより、会員に無料で配布するものとする。

3 会誌「電波航法」は、刊行の都度頒価を定めて一般に頒布することができる。

(幹事及び会計監査)

第 15 条 会長は、会員又は会員たる組織に属する職員の中から若干名を幹事及び会計監査として委嘱する。

2 幹事は、会長を補佐て、本会の事業の円滑な遂行を図るものとする。

3 幹事を分けて常任幹事、企画幹事および編集幹事とする。

4 常任幹事は、庶務、会計および出版に関する事項をつかさどる。

5 企画幹事は、会の運営について企画審議する。

6 編集幹事は、会誌「電波航法」の刊について企画し編集する。

7 会計監査は、本会の会計事務を監査し、定期総会に報告する。

(雑 則)

第 16 条 本会の事業年度は、毎年 4 月 1 日に始まり、翌年 3 月 31 日に終わる。

第 17 条 この規約に定めるものの外、会計事務その他本会の運営に関し必要な事項は別に定める。

第 18 条 本会の事務局は、東京都内におく。

付 則

1 本規約は、総会で議決された日の翌日から発効する。

電波航法研究会会費規定

電波航法研究会規約第 8 条により会費に関する規定を次のとおり定める。

電波航法研究会

会 長 松 行 利 忠

昭和 46 年 5 月 22 日

1 入会金

(1) 正会員 3000 円

(2) 個人会員 500 円

2 会費 (年額)

(1) 正会員 1 口 4000 円

(2) 個人会員 1 口 1000 円

個人会員が会費 10 年分を前納したばあいは、じ後の会費を免除する。

3 会費の納入期間

毎年 4 月 1 日より 9 月 30 日までの期間

航行援助用レーダの20年

安立電技工業株式会社* 柴田 幸二郎

Navigation Radars During the Last 20 Years in Japan

Anritsu Electronic Works, Ltd.*

Kojiro SHIBATA

Abstract

On the 20th anniversary of the foundation of the Japanese Committee for Radio Aids to Navigation it is timely significant to review developments on navigation radars after the World War II in Japan. Generally speaking, they are classified into developments in three periods by the author's personal view. The 1st period is one of the infancy right after the war, the 2nd is one of the youth, and the 3rd is one of the adult continued to the present. Typical problems are described briefly from the legal, operational and technical standpoints of view during each period.

1. はしがり

第二次世界大戦終了後、戦時中開発されたレーダ技術の平和的利用の一環として、海洋を航行する船舶への応用が考えられた。経済復興と世界貿易の増大に伴う海運の復興が緒につくにつれ、レーダ装備の船舶が増大し、外国航路に従事する船舶のみでなく、我国では漁船にも広く普及され、シーマンにとってレーダは必須の航海用機器となった。以下主として我国における船舶用レーダを中心として航行援助用レーダのここ20年の歩みを法令面、運用面、および技術面より回顧して見たい。

2. わが国における船舶用レーダの歩み

第一期（昭和25年～昭和30年頃）

第二次世界大戦で完敗したあと、わが国では占領軍司令部 (SCAP) よりレーダ技術に関する研究、製造等一切禁止され、戦後数年間は全く空白の時代を経た。一方昭和22年新憲法の制定を機会に従来の無線電信法は廃止され、新しい民主的な電波法を制定することとなり GHQ

民間通信局の指導により昭和24年4月電波法が誕生した。同年12月にはその施行規則および無線局の運用、設備、検定等の諸規則も制定された。かかる背景のもとに同年 SCAPIN 2075 号により商業的要求による航行用レーダに限りその使用が許可されることになり⁽¹⁾、同年8月国鉄青函連絡船渡島丸に RCA 製の輸入レーダを装備し実用に供することになった。当時のわが国の電子工業界は未だ戦後の回復が充分でなく生産体制も不充分であり、あまつさえ戦中戦後の技術的ギャップもあり、直ちに実用機を供給することが出来なかった。従って翌昭和26年には RCA の外にスペリー、レイセオン、デッカ、コッサー、ウエスティグハウス、ケルビンヒューズ等々の各種外国製レーダが輸入され⁽²⁾、航海用機器メーカーはこぞこれ等外国メーカーと技術提携乃至導入をはかることに努め、昭和27年頃より少しずつ国産船舶用レーダの生産が行われるにいたった。この間外国製レーダが数百台、わが国の船舶に装備された。この時間は船舶用レーダに対する技術基準⁽³⁾も殆ど外国製の夫々を参考として各社独自に定めていた。昭和29年に至り電波航法研究会は一般船舶用レーダの最低技術基準を運輸大臣に答申している⁽⁴⁾。この昭和30年頃までが戦後レーダ発展史上揺らんな期とも云うべき第一期とでも云えよう。

第二期（昭和30年～昭和40年頃）

昭和30年頃よりわが国の経済的復興もやっと軌道に乗り、電子技術も TV の普及と相俟って飛躍的に進歩し第1表に示すように急テンポで国産船舶用レーダの数も急増した。この頃から現在に至るまで船舶用レーダは殆ど国産でまかなわれ、さきに輸入した外国製レーダも殆ど国産のものに換装されてしまっている。第1表より船舶別にレーダ装備船の増大の傾向が判明しよう。当時の船舶に設置するレーダを規定する法令としては1948年海上人命安全条約の勧告20を基としてつくられた無線

* 東京都渋谷区恵比寿南 1-1-1 (No. 1-1, 1-chome, Ebisu-minami, Shibuya-ku, Tokyo)

第1表 レーダ装備船一覧表

既設レーダ装備船一覧 昭和43年1月発行：水洋会

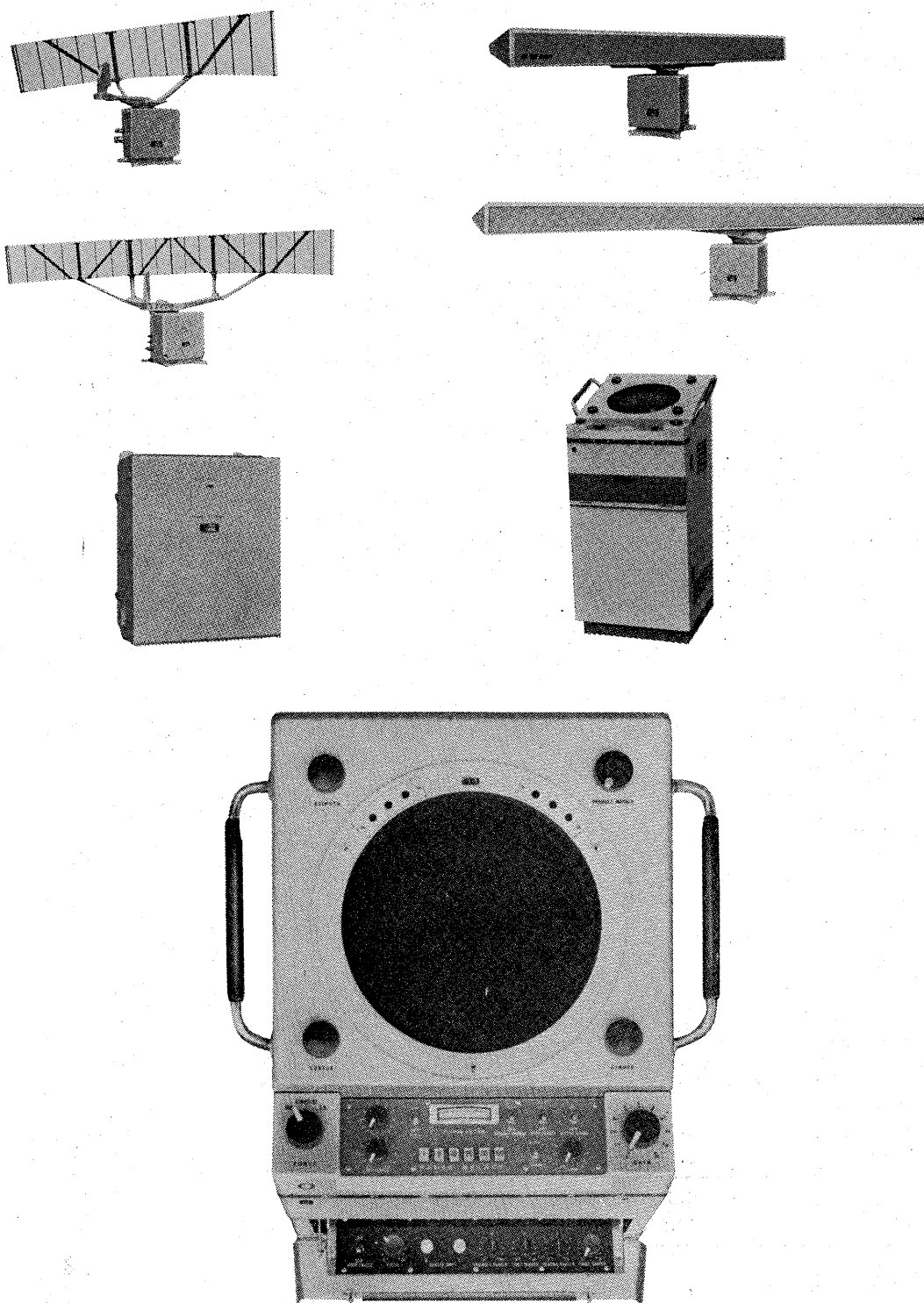
調査年月日	商 船	監視船 巡視船	国 鉄	漁 船	練習船 指導船	その他	計	備 考
昭 26. 8 (1951)	41	33	14	4	1		98	
昭 27. 3 (1952)	177	59	14	35	4		289	
昭 28. 5 (1953)	231	73	15	38	2		359	
昭 29. 7 (1954)	340	67	16	79	3		505	
昭 31. 10 (1956)	463	72	18	302	12		867	
昭 33. 6 (1958)	864	94	19	524	15	5	1521	
昭 34. 12 (1959)	1026	105	19	961	30	8	2149	
昭 36. 4 (1961)	1254	120	19	1890	33	21	3337	
昭 37. 3 (1962)	1472	121	20	2399	35	29	4076	
昭 38. 3 (1963)	1646	127	20	3093	39	40	4965	
昭 39. 3 (1964)	1789	140	20	4003	51	48	6051	
昭 40. 3 (1965)	2008	146	21	4917	61	623*	7776	* 今まで未 計上のもの が入った
昭 41. 3 (1966)	2141	152	22	5349	72	634	8370	
昭 42. 3 (1967)	2364	183	26	6202	98	650	9524	

(註 1) その他：救助船，ケーブル敷設船 気象観測船 曳船 押船 自動車輸送船 フェリーボート
土砂運搬船 灯台船 タグボート 等

(註 2) 1隻2台装備のものについては便宜上2隻2台として計上してある。

第2表 国産船用レーダの代表的性能表

製造会社	項目 周波数帯	CRT 直径 (inch)	測定距離		送 信 機			ユニッ ト数	空 中 線					電 源
			最小 (m)	レ ン ズ (吋)	出力 (kW)	パルス 幅(μs)	PRF (c/s)		ビーム幅 (度)		水平長 (feet)	回転数 (rpm)	重量 (kg)	
									水平	垂直				
A 社	Xバンド	7	30	1. 3. 8 15. 30	7	0.1 0.6	800	2	1.8	18	4.5	20	26	DC 24V AC100/110V60Hz
B 社	Xバンド	10	25	0.5 1.5 4. 12. 40	10	0.08 0.6	800	—	1.8	25	4	20	40	DC 24V, 110V AC 110~220V
C 社	Xバンド	10	35	1. 3. 8 16. 40	20	0.1 0.6	700	2 (DC) 2 (AC)	1.9	16	4	15	—	DC 24/100 AC
D 社	Xバンド	10	35	1. 3. 8 16. 50	40	0.1 1.0	3200 400	4	1.5	19	6	16~18	38	DC 100V/220V AC 110V
E 社	Xバンド	12	30	1. 2. 4 8. 20. 40	40	0.08 0.8	1600 800	—	1.0	20	8	15	—	AC 100/110V
F 社	Xバンド	12	30	0.6 1.3 10.25.60	40	0.1 0.3 1.5	3200 1000 400	3	1.0	23	8	15	65	AC 100/110V DC 100V, 200V
G 社	Cバンド	12	25	1.2. 4. 8 20. 50	60	0.1 1.0	2000 750	—	1.6	18	8	15	—	
H 社	Sバンド	16	15	0.5 1. 2 4.8.20.50	20	0.05 0.4	4000 1000	—	2	22	4m	12	130	

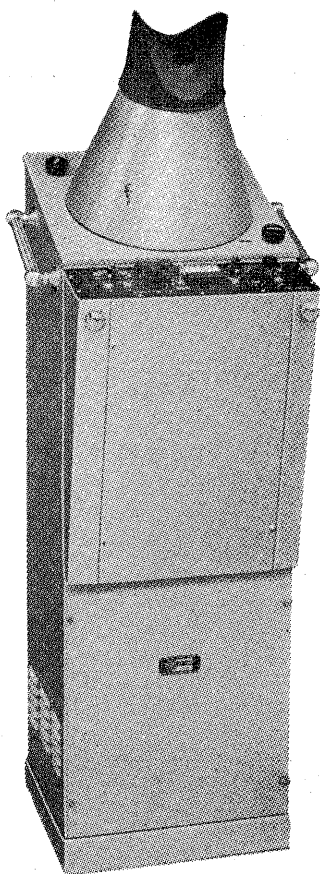
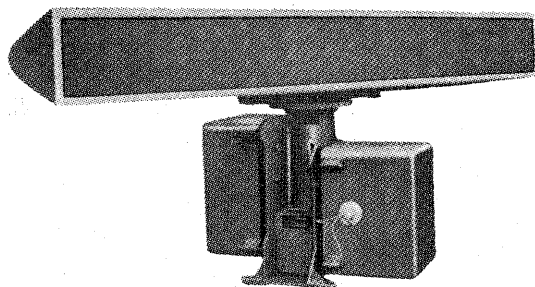


第1図 大型レーダの代表例

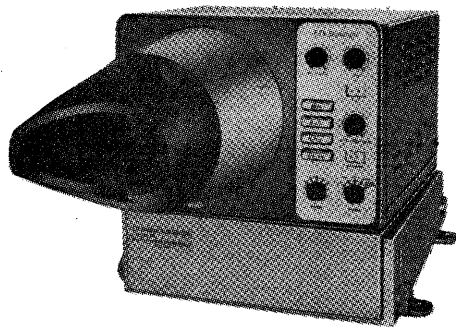
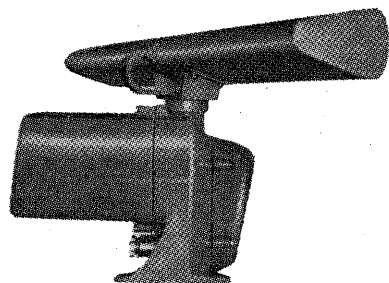
設備規則第 48 条によっていた。しかし昭和 35 年（1960 年）に締結された海上人命安全条約が昭和 40 年 5 月 26 日（May 26, 1965）に発効し、この中の船舶用レーダに関する新勧告 45 を基として無線設備規則第 48 条の改正が行われ、殆ど新勧告の条文がそのまま規則にとり入れられ実施されるに至った。従ってこの規則は現在も生き

ており、わが国の船舶に設置する無線航行のためのレーダの技術基準は上記 48 条に規定されたものが最低技術基準となっている⁽⁶⁾。即ちレーダの型式検定は行わないが、新レーダ機種（指定事項およびレーダ性能に係る変更の場合も含む）に対し、その設計内容および動作特性について相応の審査および確認（認定基準による）が行われ許可されることになっている。この約 10 ケ年が生長期即ち第二期と云えよう。この当時の日本のメーカで製造して実船に装備されている航行用レーダの代表的性能を第 2 表にまたその一、二の実例を第 1, 2, 3 図に示す。

船舶搭載レーダではないが航行援助用とこのハーバーレーダ向が昭和 47 年より釧路港に、昭和 39 年には大阪港に設置された、何れも Xバンドのレーダ以外に高分解能の mm 波レーダと併設している⁽⁶⁾⁽⁷⁾⁽⁸⁾。また航空関係では昭和 34. 7 月より航空交通管制業務が全面的に米軍より日本側に移管された。昭 31. 6 月には宮崎の航空大学校に国産 GCA の第 1 号機が設置され、以後徐々に各空港に整備され現在 20 の空港に設備されている。その他航空路用航法援助施設として VOR, DME, TACAN, ARSR, および SSR 等がある。併し全般的にわが国の航空行政は増大する空の輸送量の増加に常にたちおくれ



第 2 図 中型レーダの代表例



第 3 図 小型レーダの代表例

おり、地上航行援助設備の整備拡充は焦眉の問題となっている。

第三期（昭和41年～現在まで）

昭和40年頃までは第1表からも判るように、わが国造船界の飛躍的發展と相俟ってレーダ装備船は千隻/年の割で増大している。この時期の船舶用レーダに殆どXバンドの相対表示式のものであったが、この時期になるとCバンド、Sバンドのレーダが二重装備と関連して採用されるケースもふえて来た。また表示方式も真方位表示、真運動表示のものが徐々に実用に供せられるようになって来た。動作性能の観点から見ると、特に信頼性の向上、保守の容易さの点が飛躍的に進歩した半導体電子技術の導入によって実現されてきた。また距離、方位弁別性能も向上した。更に1968年(昭和43年)ロンドンで開催されたIMCO(政府間海事協議機関)の第17回海上委員会で1600トン以上の船舶には主管庁により承認されたレーダを装備すること、またプロットングの出来る設備を備えることが決議され、総会で決定された後海上人命安全条約の次の改正に盛り込まれることになった⁽⁹⁾。その仕様については1970年の第10回海上安全小委員会においてその骨子が決定し勧告45の改正となることが予定されている。一方昭和40年頃よりスエズ運河の閉鎖とも関連し船舶の巨大化、特に巨大タンカーの建造が

盛となり、また運航経費節減の見地から乗員の削減、機器の遠隔制御化、自動化の開発が各国で行われ、レーダも個々のセンサーというより電子計算機で制御された統合された航法システムの一環として処理される傾向となってきた。また巨大化船舶の衝突による被害は飛躍的に甚大となるので特に衝突防止の観点から既設のレーダで人為的に危険船をプロットする方法に代って種々の自動的に危険船(物)を探知し、追跡し、衝突の有無を判別し、警報を出し、待避が可能となる機能をレーダに付加した方式、装置が電子計算機の導入と相俟って試験的に実用に供されるようになって来たのが大きな特色である。

3. 使用面より見た船舶用レーダのあゆみと問題点

3.1 動作周波数

航海用として船舶に設置するレーダの周波数は1960年1月のジュネーブで開催された国際電気通信会議で国際的に決定されており、それは下記のとおりである。

- (1) Xバンド (3cm 帯)
9300 MHz～9500 MHz
- (2) Cバンド (5cm 帯)
5470 MHz～5650 MHz
- (3) Sバンド (10cm 帯)
2900 MHz～3100 MHz

第3表 船舶用レーダ各バンド別比較表

項 目			X バ ン ド (3cm) 9200 MHz～9500 MHz	C バ ン ド (3cm) 5470 MHz～5650 MHz	S バ ン ド (10cm) 2900 MHz～3100 MHz
電波伝播および気象条件に基く項目	雨滴による減衰 (10kmあたり)	1 mm/h	0.1 dB	0.02 dB	0.006 dB
		4 mm/h	0.5	0.09	0.01
		16 mm/h	3.0	0.6	0.07
海面反射による悪影響 (Sea clutter による悪影響)		大	中	小	
空中線系の項目	同一利得，同一水平面内 指向性を与える寸法・重量		小	中	大
	導 波 管 の 損 失 (同一長)		大 約 (1.4～1.0) dB/10m	中 約 (0.7～0.5) dB/10m	小 約 (0.3～0.2) d/B10 m
	導 波 管 の 寸 法 ・ 重 量		小	中	大
受 信 系 の 綜 合 雑 音 指 数 NF (dB)			やや大 (11.5～7) dB ただし NF _{if} =1.5 dB	中	やや小 (10.3～6.0) dB ただし NF _{if} =1.5 dB
綜 合	晴天時における最大探知距離，最小探知距離および方位分解能等の性能を総合的に満足させるにはこのバンドがもっとも好適である。		大体XおよびSバンドの特徴の中間の性能を示す。	荒天時におけるシークッターの影響が少いことおよび降雨時における電波の減衰が小さいことがXバンドよりすぐれている。	

上記3バンドの中圧倒的に広く利用されているのはXバンドであり。この理由は海上における電波の伝播特性、アンテナ系の寸法、重量、送受信機系の性能、および経済性も加味した総合の見地から最も効果的と考えられるからである。しかし各バンドのレーダは夫々長所、短所があり最近3バンドのうち二者を併設し、お互いに欠点を補うような使用法もだんだん一般的になって来た。それでもXバンドの全体に占める割合は約98%にもなっている。中心周波数は9375 MHz, 9410 MHzの2波が指定されている。最近Xバンドレーダの急増により相互の混信妨害が多くなり、この問題は今後何等かの対策が必要となろう。第3表に3バンドの船舶用レーダの性能比較表を示す。今後はmm波の利用⁽¹⁰⁾も考えられる。

3.2 船舶用レーダの二重装備

最近の船舶の巨大化、運航費節減のための機器の自動化乃至遠隔制御化、乗員の削減等により航行上必須の装置たるレーダへの依存度はますます増大している。そのためには故障時等の応急対策の見地から、予備的役割も含めて一般に2台のレーダを装備する傾向がここ一、二年急速にふえて来た。この二重装備のやり方にも(1)全く同一機種2台を装備する方法、(2)異なる周波数帯のレーダを1台宛装備する方法、(3)同一周波数帯のレーダではあるが大電力高アンテナ利得のものと低電力小アンテナ利得のものを二重装備する方法等がある。これら三方法は性能的、経済的、運用的な観点から夫々一長一短あり、結局は使用者側の選択決定に俟つべきものである。何れの方法でも各レーダを独立に装備することなく一つの制御装置を仲介して、両装置の同期、切換え、その他の動作モードの選択が出来るようにするのが普通である。

3.3 映像表示方式

船舶用レーダは海面を略平面と考える事が出来るので、二次元の所謂PPI表示が一般的であって、表示器としては残光性の高いCRT管が用いられ、その円周に方位目盛、半径方向に距離目盛をとっている。現在一般的に広く用いられている表示方式は下記のとおりである。

- (1) 相対運動、船首方向真上指示方式
(Relative Motion, Ship's Head-Up Display)
- (2) 相対運動、真北方向真上指示方式
(Relative Motion, Stabilized North-Up Display)
- (3) ログ速度情報入り真運動表示方式
(True Motion Display with Long Speed Input)

各々の説明は余りにも公知なので説明は省略するが、最近の大型船舶用のレーダは操作パネルにある切換スイ

ッチにより上記の表示方法の任意の一つを選択出来るようになっているものが多い。わが国では(3)の真運動表示のものは欧州程普及していないのが現状である。

3.4 衝突防止方式

(プロットングおよびシークラッタ除去の問題も含め)

前述のように1960年頃より船舶の巨大化、運航コストの低減に関連して、既設のレーダで人為的に危険船をプロットする方法に代って種々の自動的に危険船を探知し、追跡し、衝突の危険の有無を判別し、警報を発し待避行動をとる一連の操作を行える機能をもった装置を船舶搭載の電子計算機と組合せて使用する方式が各国で開発発表され、試験的に使用されるようになった。一方プロットングの問題について言えば、従来は指示器に付属した光学のプロッタが一般的であったが、実際は人手不足と時間的余裕の不足のため、最もそれが必要とされる狭水域とか河口付近のように船舶の輻輳する海域において使用されないのが実情であつた。またこのとき不可避免的に遭遇するシークラッタが、プロットングの実施を必要とする自船より数海里的距離で最もシビアであるという現実的な問題もあった。即ちプロットングとシークラッタの問題はレーダを操作するオペレータにとって最も厄介な問題であった。上述の衝突防止方式はこの両者の問題を一挙に進歩した電子技術を駆使して解決せんとする試みであってレーダの運用技術上からもまた電子技術の見地からも極めて興味ある、また有用な考え方であると云える。わが国でも昭和43年度より4ヶ年計画で、運輸省が研究開発テーマ“船舶の高度集中制御方式の研究”の一環として衝突防止システムの開発をとりあげ、日本船舶振興会の補助事業として、運輸省、日本造船研究協会、各造船メーカ、電波航法機器メーカ、および電子計算機メーカが一丸となって協同開発にあたり、昭和45年9月三光汽船所属の星光丸に装備した。爾来、数航海にわたり評価テストを実施中であることは斯界に關心のある方は衆知のことと思う。この評価テストの結果については最終的な結論はまだまとまっていないうが、かかるシステムの一環としてレーダを使用する場合その信頼性に対する要求は今以上にシビアとなろう。現在わが国の方式を含め、各国のどの方式もいまだ経済性を一応度外視した試験的な段階であって、その優劣比較の結論も出ていないのが実情であるが、茲数年の間にコストパフォーマンスの観点から効率のよい方式に徐々に定着してゆくものと考えられる。各々の方式については何れ本誌でも別途とりあげられる筈であるので、その詳細は省病し今迄発表された各種方式を列挙するにとどめたい。

- (1) Kelvin Hughes 社(英) Photoplot System⁽¹¹⁾
- (2) Raytheon 社(米) TM/CPA Display System⁽¹²⁾

- (3) Marconi 社(英) Predictor System⁽¹³⁾
- (4) GEC-AEI 社(英) Compact System⁽¹⁴⁾
- (5) Cerci 社(仏) A. T. A. W. System⁽¹⁵⁾
- (6) Norcontrol 社(ノールウェイ)
Data Bridge System⁽¹⁶⁾
- (7) Iotron 社(米) Digiplot System⁽¹⁷⁾
- (8) Sperry 社(米)
Collision Threat Assessment System⁽¹⁸⁾
- (9) わが国各社協同(日) “SR-106” System⁽¹⁹⁾

3.5 超高輝度指示器

現在の CRT によるレーダ映像は空中線の回転数も余り大でなく、昼間フード無しでは輝度の点で不足し、数人による同時監視は困難である。実用的見地からこの点は不便なことが多い。画面を明るくする方法としては

- (1) パルス繰返し周波数およびアンテナ回転数を大として単位時間中の画面の走査回数をふやす方法⁽²⁰⁾
- (2) CRT 自身を明るく発光させる方法
- (3) レーダのビデオ信号を一時蓄積し走査変換を行って明るく表示する方法で、TV 受像画程度に明るく表示出来る。これには所謂スキャンコンバータ管という特殊管を用いる⁽²¹⁾⁽²²⁾。

これらの方法の何れも船舶用としては未だ実用性に乏しく、今後の開発すべきテーマの一つである。

3.6 近接監視レーダ

最近港湾付近または狭水道における船舶幅横は甚しく、小船舶の衝突事故が多い。従来は大型船舶の側で種々の衝突予防対策、警報対策が考えられてきたが、その操縦性能からいって小型船舶側で回避運動をするこの方が効果的である。残念ながら小型船に装備出来る安価で取扱容易な“近接監視レーダ”が市場にないが、今後半導体技術の開発によりこうした目的に合致する軽量安価なレーダの出現が期待されている。この近接監視レーダの最低基準としては衝突の危険とは無関係に自船より一定距離 D 内に存在する。一定レーダ反射面積 σ 以上の目標の存在と大体の方位とを視覚、または聴覚により認知し警報を発し得るものであることである。 D および σ の値については自船の速度、旋回能力および警報を発すべき相手船の大きさ等によりどの程度の閾値を設定すべきかが問題であるが、実地試験等を行い経済性と性能とのかねあひにおいて決定されるべきであろう。

4. 技術面より見た船舶用レーダのあゆみの問題点

4.1 送受信装置

船舶用レーダはほとんど PPI 表示のパルスドレーダであって、送信管としては固定周波数マグネトロンを用

いている。数年前まではマグネトロンの寿命が千時間程度と短かったが、最近はこの点も漸次改良されるにいった。また変調管としてはいわゆる放電管を用いるライン型変調器と高真空電力管を用いる真空管型変調器があることは衆知のとおりであるが、中電力以上のレーダは前者の変調方式をとっているものが多く、このとき放電管(主にサイラトロン)の寿命が以前はまた大きな問題であった。しかしこれも漸次長寿命となり、最近はこのに代るべき半導体部品として SCR(シリコン制御整流素子)の利用が検討されている。しかし変調パルス幅、耐圧等の点でまだ現用の大型大電力船舶レーダに使用された例は見ない。また送受切換管として TR 管ないし ATR 管も旧態依然として大した改良は見られず、かかる重要部品の画期的開発はほとんど見られない。送信系に関する限り船舶用レーダには大きい進歩はないといえよう。

一方受信系ではいろいろの改良開発がここ数十年の間に行われて来た。衆知のごとく現用船舶レーダの受信系ではマイクロ波増幅は行わず直ちに第一検波を行うので、この検波器の雑音指数が受信系の総合雑音指数の支配的要素となる。従来はゲルマニウム点接触型のミクサーダイオードが広く用いられて来たが、半導体技術の進歩とともにこれらのダイオードの雑音指数もかなり低くなり、かつバーンアウト電力も大きくて変換損失もかなり小さいものが容易に入手できるようになった。第4表にその傾向を示す。またこれらのダイオードのよくマッチしたペアーを用いることによりバランスドミクサーを形成させ、局部発振器のショット雑音に基く雑音を軽減させ、かつ受信信号源と局部発振源とのアイソレーションを大きくとり、雑音指数として約 2dB 程度性能向上をはかったいわゆる“matched pair diodes”を用いることが一般化されて来た。この“matched pairs”を用いるバランスミクサーにもマジック T 型とハイブリッド型とがあるがそれぞれ一長一短がある⁽²⁴⁾。また最近金属・半導体の障壁をもったショットキーバリアーダイオードと称せられる新しいマイクロ波ミクサーダイオードが開発された。この原理は約 30 年程以前 Schottky 氏らにより発表されたもので、従来の点接触型ダイオードに比し、雑音指数、信頼性、ダイナミックレンジなどにおいて数段すぐれている。電気的、物理的に頑丈につくられており、バーンアウト電力も大きいので高い信頼性が得られる(第5表参照)。

局部発振管としては従来ほとんどリペラー付クライストロンが用いられて来た。これはリペラー電圧の制御のみによりかなりの範囲の周波数を変化させることができ、AFC もかけやすく寿命も特殊管としては長寿命なので船舶用レーダの局部発振管として好適であった。し

第4表 点接触ミクサーダイオード特性表

項 目 名 称	S バ ン ド					X バ ン ド				
	IN21C	IN21D	IN21E	IN21F	IN21G	IN23C	IN23D	IN23E	IN23F	IN23G
Burn Out (in Ergs)	2.0	2.0	5.0	5.0	5.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
Comparative Noise Figure NF _(max) in dB (NF _{if} =1.5 dB)	8.3	7.3	7.0	6.5	5.5	10.0	8.5	7.5	7.0	6.5
Conversion Loss Lc (max) in dB	5.5	5.0				6.0	5.0			
Noise ratio of the diode Nr in ratio	1.5	1.3				2.0	1.7			
Z _{IF} (min)	300	325	350	350	350	325	350	335	335	335
Z _{IF} (max) in Ω	700	475	450	450	450	475	450	465	465	465
VSWR (max) in ratio		1.5	1.3	1.3	1.3	1.5	1.3	1.3	1.3	1.3

第4表 ショットキーバリアーダイオード特性表

メーカ名 項 目 名 称	S バ ン ド 用			X バ ン ド 用			
	シルバニヤ	シルバニヤ	ヒューレット パッカード	シルバニヤ	シルバニヤ	マイクロウ ェーブ ア ソシエイト	マイクロステ ート エレク トロニクス
	D5503A	D5503A	hpa 2365	D5506A	D5506A	MA-4856	MS-1651-X
Over all Noise Figure NF ₀ in dB (NF _{if} =1.5)	6.5	5.5	6.5	8.0	6.5	7.5	6.5
RF impedance Z _{RF} in VSWR ratio	2.0	1.5	1.3	2.0	1.6		
Z _F impedance Z _{IF} in Ω	150~350	150~250	150~250	300~600	300~600	200~500	150
Break down Voltage at 10 μ A	7	7	—	7	7	—	—
Burn Out (in Ergs)	—	—	—	—	—	—	10

かし最近マイクロ波帯における半導体素子の開発によって、ガン発振ダイオード、アバランシェダイオード等マイクロ波発生源として種々のダイオードが開発されて来た。これらは近い将来、その小型軽量、電源の簡素化の観点からクライストロンに置き換えるであろう。

受信系における最近の技術の傾向として、レーダの送出パルス幅に応じて受信系—中間周波増幅器の帯域を切り換え、総合雑音指数を低下させる方法が一般的になっている。この帯域幅切換の具体的方法もいろいろ開発さ

れた。また受信系のダイナミックレンジを増大させるため中間周波増幅器の段階で入出力特性に対数特性をもたせるいわゆるログアンプの採用も高性能レーダには欠くべからざる技術となってきた。

4.2 アンテナ

船舶用レーダの輻射系は電氣的性能もさることながら、常に海洋上の大気にさらされ、いわゆる全天候性である必要がある。現在のアンテナ系はほとんど水平面内指向性をできるだけ鋭くした横広がりのいわゆるパラボ

リックレフレクターと一次ホーンとの組合せたものを垂直軸のまわりに 360° 機械的に回転する方式をとっている。最近、風圧による影響を少くし、積雪等による被害を軽減し、あわせて重量も小さくせんとする理由でスリットアンテナが広く用いられる傾向にある。このスリットアンテナは矩形導波管の広い管壁または狭い管壁にスリット列を切って、導波管の中央または片側の端よりマイクロ波電力を供給して、導波管内にマイクロ波の TE₀₁ モードを伝搬させ、この途中スリットよりマイクロ波のエネルギーを外部に漏洩させるのであるが、このときスリットの形状、傾斜を適当にえらぶことによって鋭い水平面内の指向性をもったアンテナを形成させたものである。機械的にこれを回転する必要があることは同様である。この考えを拡張して円形に排列された小アンテナ群に適当な位相のずれを与えて順次マイクロ波電力を供給して水平面内で電氣的にビームを回転せしめるいわゆる“Phased Array Antenna”は現在軍艦用としてはその機械的回転の必要のないこと、高速スキャンの可能なこと等より全面的に採用される傾向にあるが、一般船舶用としては構造、重量、価格の点で当分使用されることはないであろう。現在船用レーダのアンテナでは電氣的性能よりむしろ、全天候性のための必要にして充分な条件を満足させる材料、メッキ、塗装、等の製作面、また電触、漏水、冰雪付着防止対策等、電子技術的以外の問題で改良をすべき問題が多い。

またアンテナ系としては電波の偏波面をシフトして円偏波をつくるための装置を附加的に実装した構造のものも使用されている。例えばスペリーの“Seatrac”と称する船舶用レーダは 8 ft と 12 ft の二つのスリットアンテナを背中合せに装備し、一方は 45° 水平偏波を送出し、他方はの格子を用いて円偏波をつくり、これらを切替えて使用できる構造になっている⁽²⁶⁾。

4.3 指示装置

現用船舶レーダの指示器はほとんど全部 CRT を用いて PPI 表示をさせている。CRT には電磁型と静電型とがあるが、いずれの型でも、(i) 高尖鋭焦点、(ii) 高コントラスト、(iii) 良い残光性、(iv) 高偏向感度、(v) 低電圧動作、等の特性が要望される。一般の CRT 製作技術の進歩により上記要望性能は少しずつ改良されてはいる。

3.5 で言及したがいわゆる Bright Display の要望があり、外国では二、三の実施例が報告されている。

指示器回路を構成するビデオ増幅回路、スイープ回路、マーカー回路等方式的には新しい問題は少いが、構造的には広角度 CRT による寸法の縮小、次項にのべる回路のハイブリッド IC 化ないし IC 化による指示器寸法の縮小等今後の開発にまつべき点は多い。

4.4 レーダ回路の半導体化

送受信装置、指示装置を問わず小型船舶のレーダ装備がすすむにつれ、小型軽量、電力消費量の軽減の観点から回路の半導体化は半導体技術の進止とともに促進される傾向にあり、最近では大型レーダの回路も部分的に半導体されたものが現われるにいたった。しかし未だ半導体個々の特性のパラツキ、温度特性のパラツキ等のため全面的に信頼性がある段階にはいたっていない。しかし機内で発生する温度上昇の減少、電源容量の縮小、小型軽量化等の利点をフルに活用した例えば小型レジャーボート用レーダのごときものには好適であり、すでに二、三の実用機種が現われている。

また半導体化に関連し安定な各回路の IC 化ハイブリッド IC 化も当然考慮されるようになる。特に回路がほぼ標準化されてきた中間周波増幅器回路、ビデオ増幅器回路、およびスイープ回路等は信頼性の向上、保守維持の省力化の観点からも近い将来 IC 化が促進されるであろう。

4.5 電 源

船舶用レーダの主電源は船舶の主電源より供給をうけるので、AC あり DC あり、またその電圧もまちまちである。またパルス同期を電源同期にしたり独立同期にしたりするので、本体構成が同一でも電源によって若干モディファイが必要なことが多く、製作面で非常に繁雑であった。しかし最近船舶の主電源として大型船は AC 110V 60 Hz にほぼ統一されて来たが、小型船舶はまだ DC のものもあり、DC-AC (DC) ロータリーコンバータ、DC-AC トランジスタインバータ、DC-DC トランジスタコンバータ等を必要としている。特にトランジスタインバータ、コンバータの場合、主電源の DC 電圧が相当大幅に変化するので、耐圧の問題から種々の防護装置を必要としている現状である。船舶側で安定な電源の装備が望まれる。

4.6 信頼度および信頼度テスト

レーダが船舶の安全航行にとって必須のものとなるにつれ、その性能の向上もさることながら、使用者にとっては規定された性能を常に発揮することのできることももっとも大切で、機器に対する信頼度の向上が重視されるのは当然である。わが国は勿論各国においても航行安全のための性能の最低基準については法的に規定しているが、この信頼度 (Reliability) の規定については機器の価格とも関連があり、なかなか適切に規定しにくいのが実情である。各製造者は各独自の立場で環境条件を勘案してテストを行うことによりこれに対処している。例えば英国の某社では環境テスト US を政府の Advisory Group on the Reliability of Electronic Equipment

(AGREE)により認定された基準⁽²⁰⁾に基づいて行っていると報告されている。前述のように今後船舶用レーダが電波航法システムの一環として使用される傾向にあるので、その信頼度の向上は一層必要となろう。

5. む す び

以上主としてわが国の船舶用レーダの現状と問題点との概病を運用面と電子技術面から述べた。最近の海運界、水産界の現状に鑑み、船舶の航行の安全性と経済性とのバランスの上に急速に進歩する電子技術を取り入れて、上述した諸問題点の解決ないし対策を講ずることが必要である。それには船舶用レーダを使用する側と製作する側との改良に対する有機的協同態勢が今一段と要望されることとなろう。

参 考 文 献

- (1) 電波年表(電波時報 昭43.6月付録) p. 67
- (2) 香西 昭: “航海用レーダの概説” 電気通信, 昭26年3月
- (3) 田島一郎: 英国の船舶用レーダに関する Specification, 電気通信 昭27年7月
- (4) 木村小一: “3cm帯一般航海用レーダの最低技術基準について” 電波航法の研究, 昭30年3月
- (5) 嶋本照夫: “海上人命安全条約(1960年)にもとづくレーダに関する規則改正の要点” 電波航法, 昭41年3月, No. 7
- (6) 岡田 高: “レーダへのミリ波利用” 電波航法, 昭35年12月, No. 1
- (7) 清野 浩: “大阪ハーバーレーダ局について” 電波航法, 昭38年4月, No. 4
- (8) 山越芳郎: “釧路港, 大阪港ハーバーレーダ局について” 電波航法, 昭39年12月, No. 6
- (9) 鶴沢 宏: “IMCO 第6回総会における1960年の海上における人命の安全のための国際条約(SOLAS条約)の改正について” むせんこうじ, 昭46年8月
- (10) 梅基豊二: “船舶用ミリ波レーダの条件に関する告示について” むせんこうじ, 昭46年4月
- (11) J. of Inst. of Navigation, Oct. 1968
- (12) S & SR, July 26, 1968
- (13) J. of Inst. of Navigation, April, 1969
- (14) S & SR, Aug. 8, 1969
- (15) J. of Inst. of Navigation, July 1970
- (16) S & SR, Nov. 6, 1970
- (17) J. of Inst. of Navigation, Jan. 1971
- (18) S & SR, Nov. 27, 1970
- (19) 船舶の高度集中制御方式の研究報告——(その一航法システム) 日本造船研究協会, 研究資料 No. 1061, 昭45年3月
- (20) Cossor-Raytheon Model 2502 Brilliant Picture Marine Radar カタログ
- (21) Vidicon Scan Converter and Supes Bright Radar Display System, Nat. Aviation Facilities Experimental Center Report 1966
- (22) High Brightness Radar Indicator, Electronic Inds. May, 1959
- (23) Final Report on Look Out Assist Radar Development, PB Report 174093, 1966; PB Report 174094, 1966
- (24) Balanced Mixers and Modulators, Microwave, Sept. 1965
- (25) Why a Schottky-Barrier? Why a Point Contact Microwave March, 1968
- (26) Sperry Seatrac 16 Radar, Marine Navel Architect 1966
- (27) Decca “Transar” Radar Set New Reliability Standard, Holland Shipbuilding 1965



Research and Investigation

オメガ受信機について

*日本無線株式会社研究所

関根 兆五

Some Design Consideration of the Omega Receiver

*R & D Laboratory, Japan Radio Co., Ltd.

Chogo SEKINE

Abstract

Some considerable properties and specifications of the basic function of Omega receiver are remarked on.

They are:

- (1) The sensitivity of Omega receiver should be -40 db ($0.01\text{ }\mu\text{ volts}$) or more.
- (2) Omega receiver should be able to receiver two different frequencies simultaneously.
- (3) The first order and band width of $1/100\text{ Hz}$ phase track loop is available.
- (4) The conivation of the limiter and the PLL is the best for the phase measuring circuit of Omega receiver.
- (5) The manual segment synchronization is not only easy but also sure way.
- (6) The frequency stability of $5\times 10^{-9}/\text{day}$ or more stable crystal oscillator is preferable, but more low stable oscillator is available by means of automatic drift corrections circuit.
- (7) The provision with strip chart recorder is inevitable for the Omega receiver.

The Omega receiver designed with the above considerations is working satisfactory.

An example of the position fixing on the North Pacific Ocean is reported.

1. まえがき

オメガ受信機は、現在に至るまで、その用途に応じて、単純なものから複雑なものに至るまで、種々開発され、実用に供されているが、その大部分は、オメガシステムの開発当事国である米国のメーカーにより開発されたもの、もしくはその変形である。

これら既存のオメガ受信機の性能を比較検討してみると、千差万別であり、一長一短がある。

筆者は、オメガ受信機の主要機能について、多少の検討を加え、一応の結論を得たので、ここに紹介する。

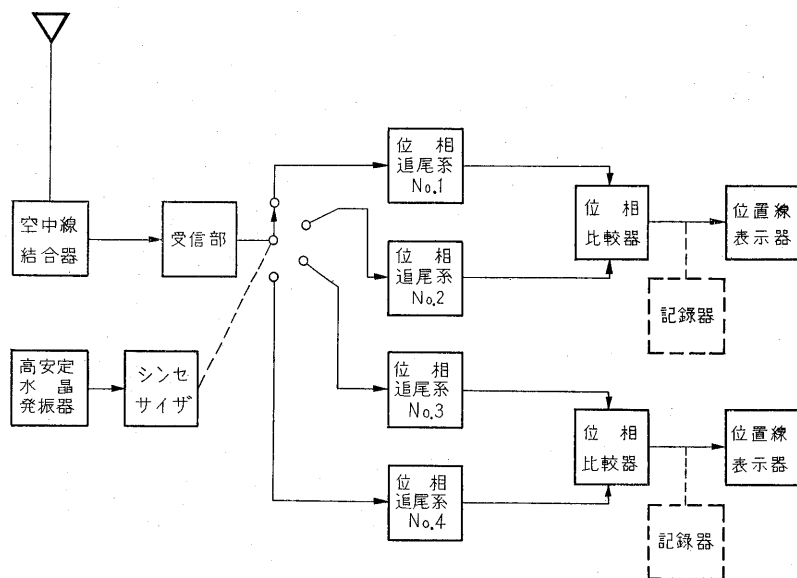
この結論をふまえて製作したオメガ受信機は、北米西岸における評価試験およびヨーロッパあるいは北太平洋をはじめとする世界各地の実用において満足すべき結果を示している。

2. オメガ受信機の基本構成と動作

オメガ受信機を、基本要素により構成した典型的な例を示すと、第1図のごとくである。第1図の基本要素の1つ1つは、オメガ受信機の種類により、その実現の手段はそれぞれ異なるが、基本要素の持つ機能は、いかなる種類のオメガ受信機といえども共通に保有しているものである。

したがって、オメガ受信機の各部の機能を検討する場合は、第1図の基本要素について検討を加えれば事足りる。

* 三鷹市上連雀 930 (No. 930, Kami-renzyaku, Mitaka-shi, Tokyo)



第1図 オメガ受信機の基本構成

第1図のオメガ受信機の動作は以下のごくである。

空中線に誘起したオメガ信号は、空中線結合器を通り、受信部に導かれて必要レベルまで増幅される。

双曲線航法においては、2本の位置線 (LINE OF POSITION) の交点として位置を決定する。一方オメガ航法においては、2つの送信局から発射される信号間の位相差として、1本の位置線が求められるので、オメガ受信機は、4個のオメガ信号に位相追尾する必要があり、4個の位相追尾系を備え、これを達成する。

オメガ信号は、その送信フォーマットに従って、時分割で送信されるので、オメガ受信機も、送信フォーマットと同期して位相追尾をおこなう。

シンセサイザは、高安定水晶発振器の出力をクロックパルスとして、オメガ受信機の各部で必要な波形を発生する。このシンセサイザで制御された切替スイッチにより、受信部で増幅されたオメガ信号は、4個の位相追尾系に順次切替伝達される。

1個の位相追尾系に貯えられた位相情報は、位相は、位相比較器により他の位相追尾系に貯えられた位相情報と比較され差が求められて、その結果は、オメガ受信機の計測結果の位置線として、位置線表示器にて表示される。

3. 各基本要素における機能の検討

3.1 受信部

3.1.1 受信感度とダイナミックレンジ

オメガ電波の伝搬距離と電界強度の関係は、J. A. PIERCE によって明確に与えられている。¹⁾ これを示す

と、第2図および第3図の通りである。その他 E. R. SWANSON らによって、多少の変更がなされたが、第2図および第3図は、受信感度設計に対して、充分信頼に足る参照データである。

オメガ電波の使用限界は、地球の長経路を通ってくる電波が、地球の短経路を通ってくる電波に混入する割合によって決定され、その割合は、送信局より遠ざかるに従って増加する。

一応の目安として、地球の短経路を通ってくる電波と、長経路を通ってくる電波との比 10 dB (が位相誤差 5 CEC 相当) に達する点を、オメガ信号の利用限界とすれば、この点は南から北、または北から南に向かって伝播する電波では、約 15 Mm の点にあり、この点にお

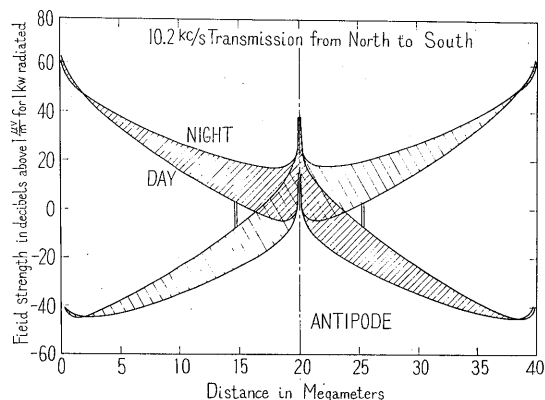


Fig. 2 Field strength 10.2 kHz as a Function of distance for transmission along the earth's magnetic field

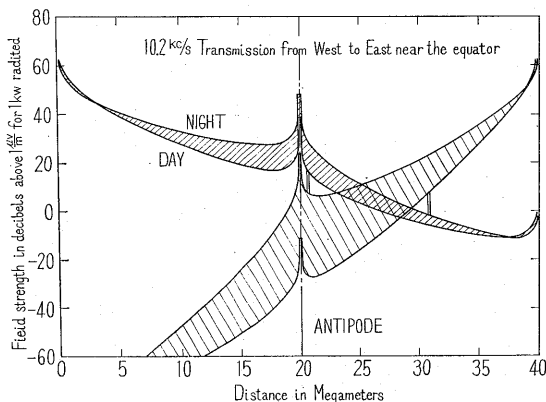


Fig. 3 Field strength 10.2 kHz as a function of distance for transmission across the earth's magnetic field toward the east (for transmission toward the west, reverse the distance scale)

る短経路波の電界強度は 15 dB/m である。西から東まわりの電波は、地球の対蹠点に至るまでこのような場所は存在せず、伝搬経路中の最小電界強度は、25 dB/m である。東から西に向かって伝搬する電波では、約 7.5 Mm の点にあり、この点における短経路波の電界強度は 15 dB/m である。さらに、フェーディングにより、電界強度が変動する幅として 10 dB を考慮すると、オメガ受信機に要求される感度は、電界強度で 5 dB/m ということになる。

一方、送信局近傍の電界強度は約 75 dB/m であるので、ダイナミックレンジは 70 dB 以上必要である。

受信空中線としては、無指向性のものであれば、どのような形式のものでもさしつかえないが、実効高を高くとる必要がないので、取扱いの容易さから、ホイップアンテナが望ましい。

4 m ホイップアンテナを空中線結合器を通して、50 Ω のケーブルに接続したとすると、空中線結合器 (3 周波用) を含む空中線系の実効高としては、約 1/50 m のものが得られる。

この空中線系を使用すると、受信部入力端電圧の最小値は -29 dB となる。

温度変動、経年変化による、受信感度の変化などを考慮すると、オメガ受信機の最大感度は -40 dB (0.01 μV) が適当である。

3.1.2 2 周波同時受信と切替受信

オメガ航法では、通常的位置測定は 10.2 kHz のオメガ信号によりおこなうが、レーン識別 (最初の 2 段階) をおこなうには、さらに 13.6 kHz または 11.33 kHz のオメガ信号の位相差測定をおこない、10.2 kHz の位相差測定値と比較する操作がある。

この際に、10.2 kHz と他の周波数を同時観測できるオメガ受信機では、測定において、誤差の入り込む余地はないが、同時観測不可能な受信機では、当然、2 つの周波数の観測時間には差があり、その間に船舶が移動した距離に応じた誤差を生ずる。

この誤差の大きさ、符号などは、船の速度、船の移動方向と位置線の交角、および 2 つの周波数の観測時間間隔の函数となるので、この誤差の見積りは煩雑であり、この誤差を補正して、レーン識別をおこなうことを一般の利用者に期待することは困難である。

ところから、この誤差の大きさを検討してみると、例えば、船の速度が 20 ノット、船の移動方向と位置線との交角が 90°、および 2 つの周波数の観測時間間隔が 5 分の場合には、誤差の大きさは約 1.7 マイルとなり、正確にレーン識別可能なための許容最大誤差 4 マイルの 40% 以上に達し、レーン識別能力を著しく低下させる。

よって、オメガ受信機は、2 周波同時受信可能とすべきであるという結論に到達する。

3.2 位相追尾系

3.2.1 位相追尾系の帯域幅

オメガ周波数帯の雑音は高雑音地帯では 1 Hz の帯域幅に対して約 35 dB/m であるといわれている。²⁾

一方、オメガ信号は、ほぼ単一の線スペクトルと考えられるので、信号対雑音比を改善しようとするためには、受信機の通過帯域幅を狭めればよい。前出の J. A. PIERCE は 1/100 Hz 以下の帯域幅にすれば、地球上の最も雑音の多い 2, 3 の地点でも、満足な受信ができると述べている。

このような狭帯域フィルタを、通常の線型フィルタで実現するのは困難で、一般的な手段としては、フーリエ等価フィルタとか、PLL (Phase Lock Loop) がある。

特に後者は、広帯域雑音の中から狭帯域信号を選び出し、追尾するのに効果的である。

最も低次の位相追尾系の伝達函数は一般に

$$\frac{\theta_0(s)}{\theta_i(s)} = \frac{A}{s+A} \quad (3.1)$$

と書ける。ここで $\theta_0(s)$ は出力のラプラス変換

$\theta_i(s)$ は入力ラプラス変換

A は利得定数

s は複素周波数 $\sigma + j\omega$

(3.1) 式は、この系が低域通過フィルタの特性を持つことを示していて、その帯域幅は $A/2\pi$ Hz である。

船が等速直線運動をしている場合には、位相追尾系の入力位相変化も、ほぼ等速変化と考えてさしつかえないので

$$\theta_0(s) = \frac{K}{s^2} \quad (3.2)$$

と表わせる。ここでは K 速度定数 rad/sec

(3.1) 式と (3.2) 式とから $\theta_0(s)$ を求め、ラプラス逆変換して時間函数を導けば

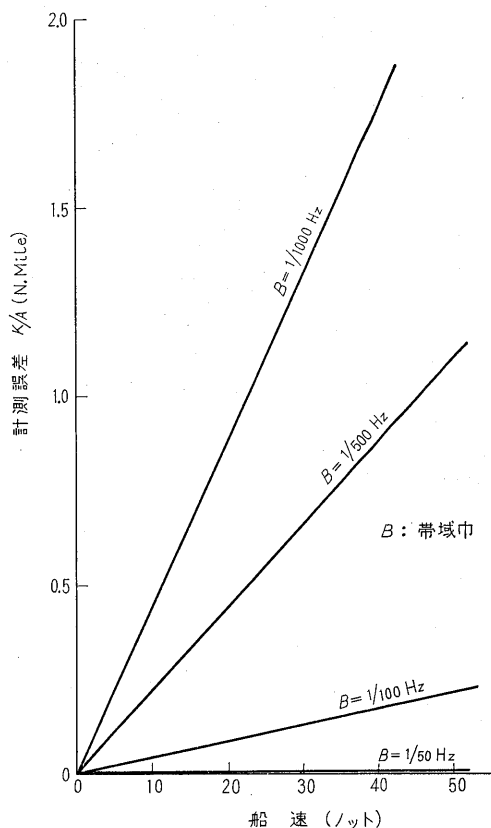
$$\theta_0(t) = \frac{K}{A} \{ \exp(-At) + At - 1 \} \quad (3.3)$$

となる。

(3.1) 式で示した位相追尾系は、目標値が静止状態、すなわち、船が静止しているときには、位相追尾誤差を生じないが、目標値が等速運動状態。すなわち、船が等速航行中には、位相追尾誤差を生ずる。その誤差の大きさは、(3.3) 式より、 K/A rad となることがわかる。

最も位相追尾誤差が大なる船が位置線を直角に横切る場合について、位相追尾系の帯域幅を種々変えて、船の速度に対する位置線の測定誤差を求めると第4図のごとなる。

例えば、帯域幅 1/100 Hz、船速 20 ノットの場合の誤差は 9.09 マイルであり、無視しうるものであるが、航空機のような高速移動体の場合には、信号対雑音比の低



第4図 位相追尾系の帯域幅と計測誤差

下を引替えに、帯域幅を広げるか、または、高次の位相追尾系を採用することにより、位相追尾誤差を排除する。

3.2.2 AGC とリミター

3.1.1 項で検討したように、オメガ信号は、70 dB 以上の範囲にわたって、信号強度が変化するので、何らかの手段により受信部内の信号が、望ましいレベルになるように制御する必要がある。

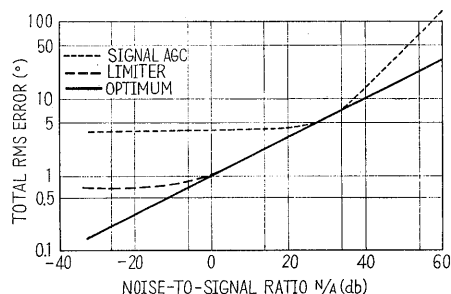
この手段は大別して、AGC による方法と、リミターによる方法との2種に分けられる。

AGC は、その原理上、速動性に欠け、近距離空電などのパルス性雑音の混入に対しては応動しないので、何らかの対策を講じないと、受信部が飽和してしまい、位相変動をもたらすなどの欠点があるので、オメガ受信機に用いることは好ましくない。

NEL は Mark I 形航空機用オメガ受信機の開発当初、AGC 方式を採用したが、その欠点を改善するために、後にリミッターに変更している。³⁾

位相追尾系に PLL を採用した場合には、AGC とリミターの優劣が一層明確になる。

R. JAFFE らはこの問題を詳細に検討して報告している。⁴⁾ その成果を引用すれば、AGC は、さまざまな入力信号強度と、信号対雑音比のもとで、PLL を最適動作させることはできないが、リミターは、広範囲にわたって、ほぼ最適動作に近い動作が得られる。第5図には、その模様を示す。



第5図 種々の形式の1次系における位相誤差

また、NEL も、実験の結果、クリッピング受信機はリニア受信機より 15 dB の位相測定の改善が得られたと報告している。²⁾

さらに、筆者らも、筆者らが開発したリミターと PLL を持つオメガ受信機と、米国のオメガ受信機メーカーとして著名な T 社製リニア受信機とを比較試験した結果、低信号対雑音比の場合の位相追尾能力において優れているという結果を得た。

以上より、オメガ受信機にはリミターが適していると結論できる。

3.3 セグメント同期

3.3.1 自動同期と手動同期

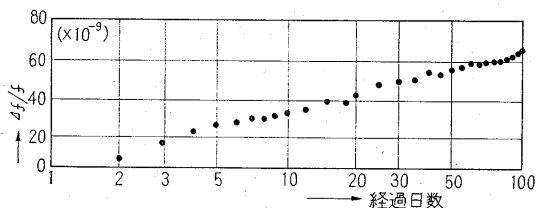
前項で検討したとおり、オメガ信号対雑音比は、かなり低いことが予想され、通常の包絡線検波により、信号の所在を検出できるのは、たかだか4局程度であり、セグメント同期を自動的にこなすには、相関法を用いるなどの工夫が必要である。各送信局に1周波ずつ割当てられている副搬送波を利用する方法もあるが、この場合にも信号検出に工夫をこらすとか、欠射の場合に備えて、複数の副搬送波を利用出来るようにするなどの対策が必要である。

相関法の場合には、同期が達成されるまでに長時間を要する難点があり、装置も複雑、高価になるので、他の簡便法も試みられているが、大略失敗に終わり、相関法は現時点では自動セグメント同期の唯一の手段と考えられる。

一方、オメガ信号の送信フォーマットが UST と正確に同期している性質を利用して、標準電波の時報を参照するとか、オメガ送信局から観測地点までの距離の長短と、観測した受信音の強弱の関連から送信局名を識別するとかして、**手動によりセグメント同期をとる方法は簡便かつ確実な方法である。**

3.3.2 発振器の安定度とセグメント同期

オメガ受信機内部の基準発振器は、一般に、周波数オフセットを有していて、その大きさは基準発振器の周波数安定度の大きさに従って変化する。高安水晶発振器の周波数変動の一例をあげると第6図のごとくである。⁵⁾



第6図 高安定水晶発振器の周波数変動例

基準発振器の周波数オフセットは、送信フォーマットとオメガ受信機の受信期間との同期ずれをもたらす。

第6図から、発振器の周波数変動は大略

$$\frac{\Delta f}{f} = \alpha \log(D+1) + \beta \quad (3.4)$$

と書ける。ここで Δf は周波数偏差

f は定格周波数

α は安定度係数

D は経過日数

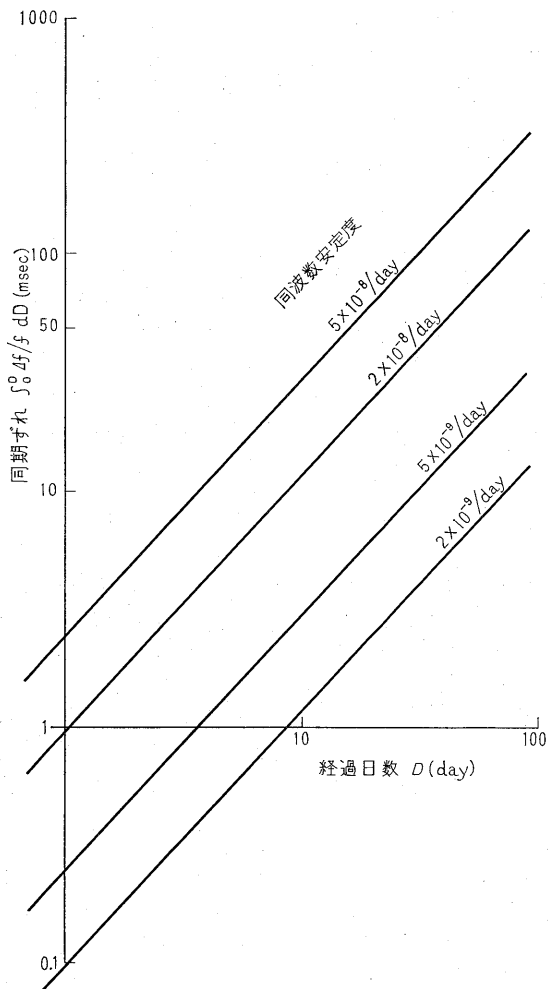
β は初期オフセット定数

同期ずれは、

$$\int_0^D \frac{\Delta f}{f} dD = \alpha(D+1) \log(D+1) - (\alpha \log e - \beta)D \quad (3.5)$$

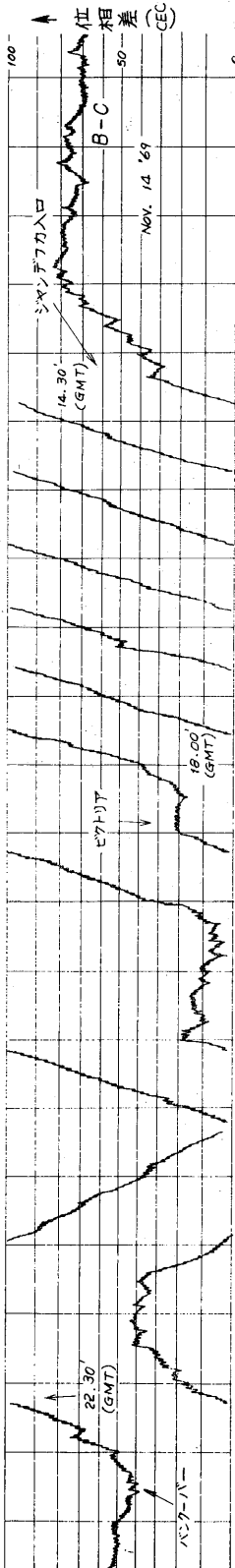
となる。ここで e は自然対数の底

簡単のために、初期オフセットを零として、経過日数と同期ずれの関係を、いくつかの安定度について求めると第7図のごとくである。



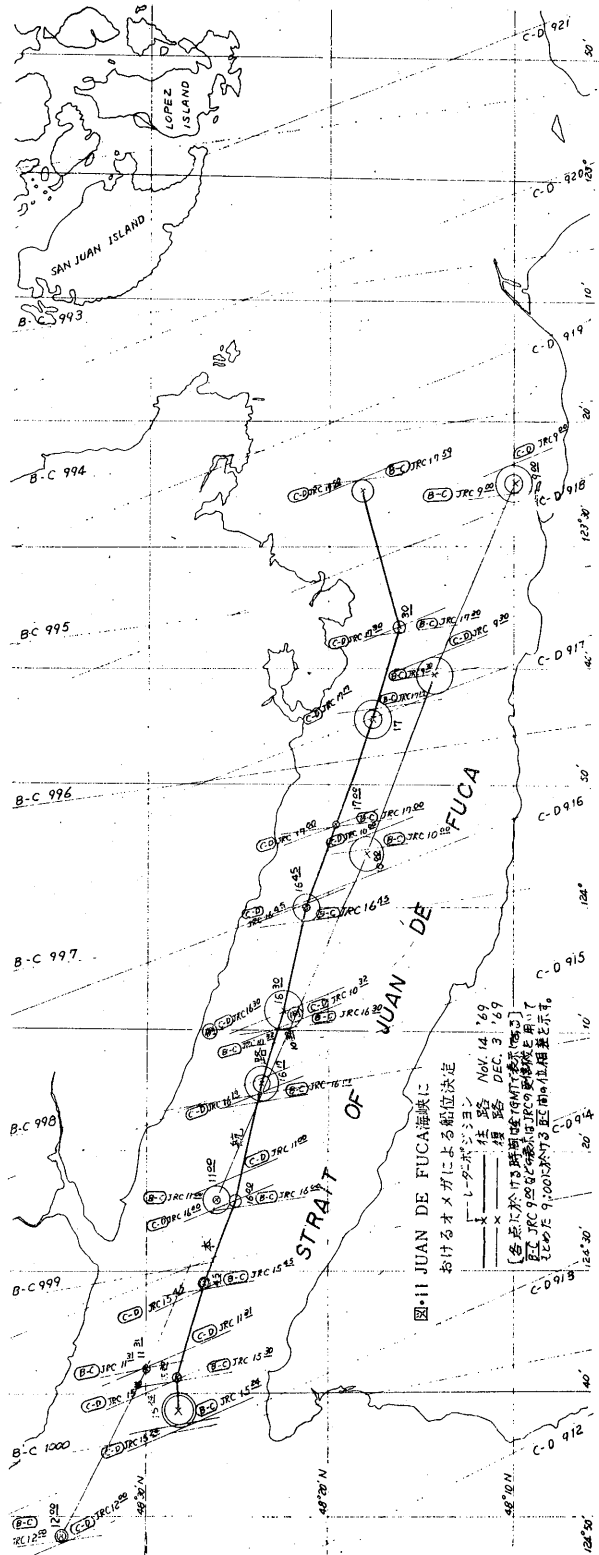
第7図 基準発振器の周波数安定度とセグメント同期ずれ

例えば、同期ずれの許容限界を送信フォーマットと受信期間の関係を勘案して 50 msec と仮定すると、数週間連続使用するためには、少なくとも $5 \times 10^{-9}/\text{day}$ 以上の高安定発振器を使用すべきであり、それ以下の発振器を使用した場合には、しばしば同期ずれの補正が必要となる。この同期ずれを、利用者が断えず監視していて、手動で補正することは煩雑で、自動的にずれを補正するか、一度同期すれば、以後同期ずれの生じないような方

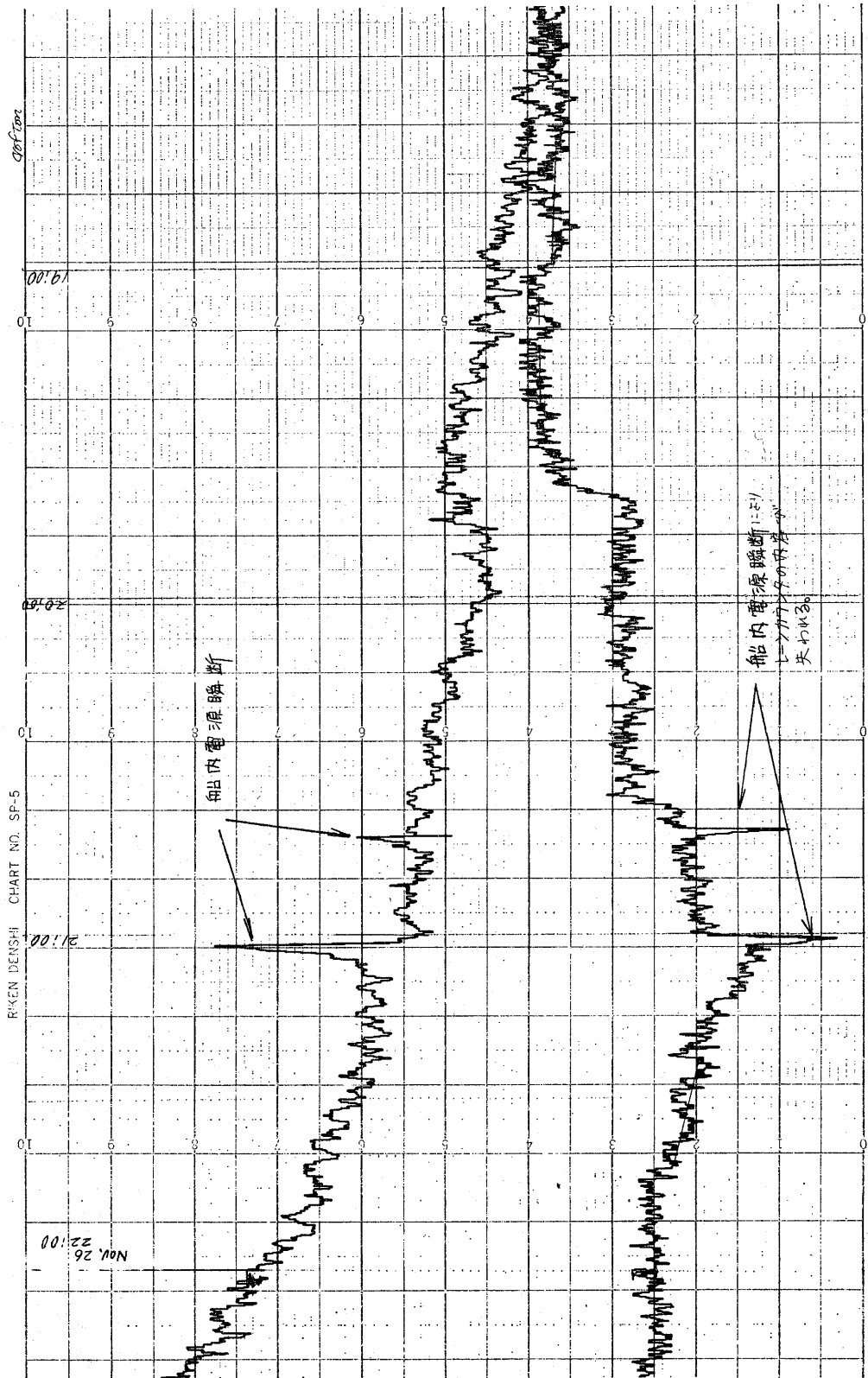


← 経過時間 (36mm/H)

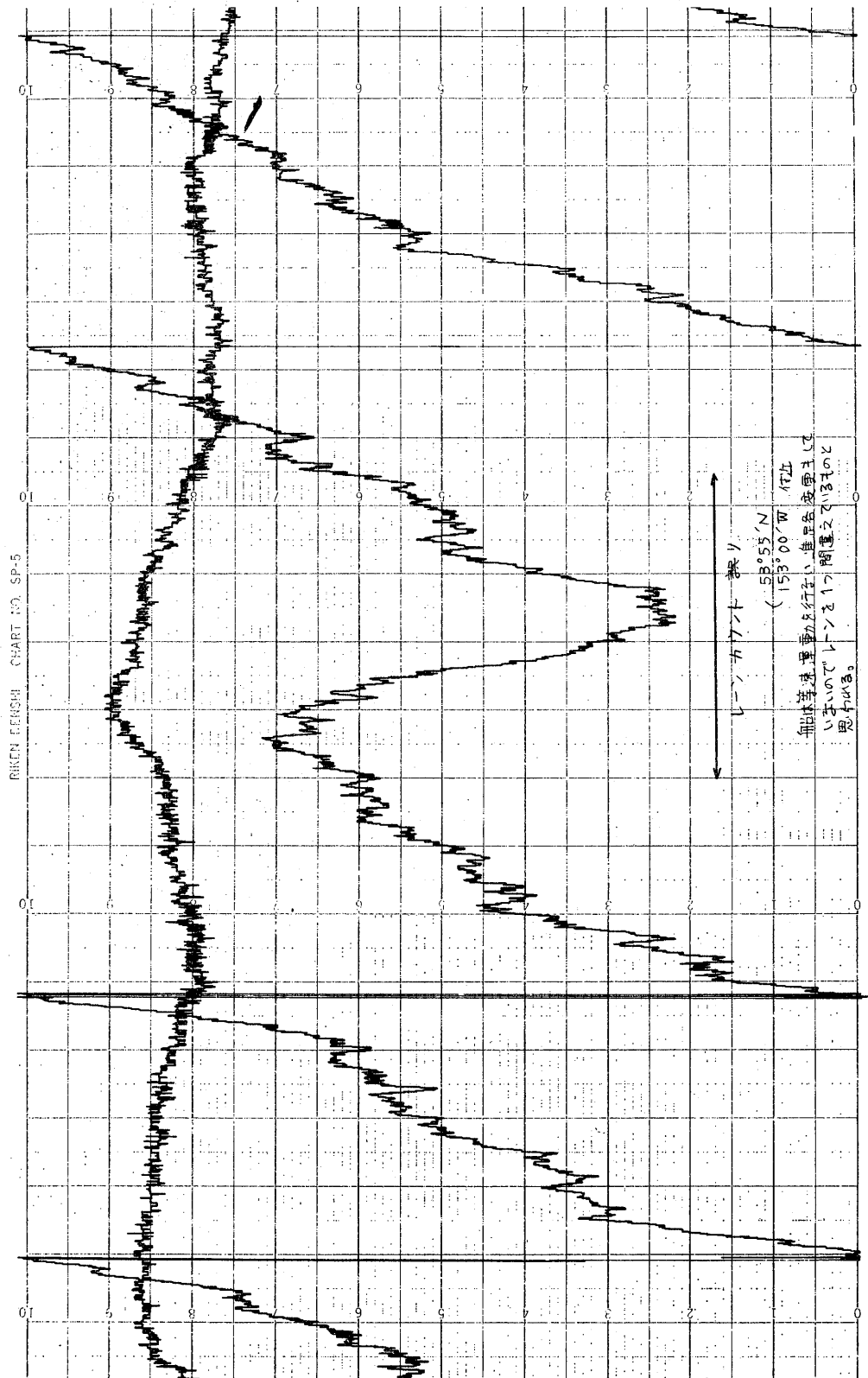
第8図 ファンデフカ海峡における記録例



第9図 JUAN DE FUCA 海峡におけるオメガによる船位決定



第10図 船内電源の瞬断による記録の乱れ



第11図 電界強度減少によるレーン数カウンタ誤り例

策を講ずるのがよい。

こうすることによって、セグメント同期は、使用開始時点で、ただ一度だけ同期をとればよいし、基準発振器の安定度も、多少低いもので充分であるから、便利さが一段と向上すると同時に低価格が期待できる。

3.4 記録器

オメガの測定データをチャートレコーダで記録した記録例を、第8図に示したが、この記録は船が第9図に示す JUAN DE FUCA 海峡を通過する際（往路）のもので、航路が、オメガの位置線を横切る模様が、一目でわかる。

また、第10図に、無停電装置を働かさない場合に電源瞬断によって生ずる計測誤差の発生模様を示す。このとき、レーンカウンタの内容は、全くでたらめになってしまっている。

第11図に、電界強度が減少し、一時位相追尾に矢敗した後、再び、位相追尾した例を示す。この結果レーンカウンタは1だけ計数誤りを犯している。

この他、オメガ局が突然送信を停止したとき、近距離電空により、位相追尾に矢敗したとき、突発性電離層擾乱でオメガ電波が異状伝搬したとき位相計測値が異状

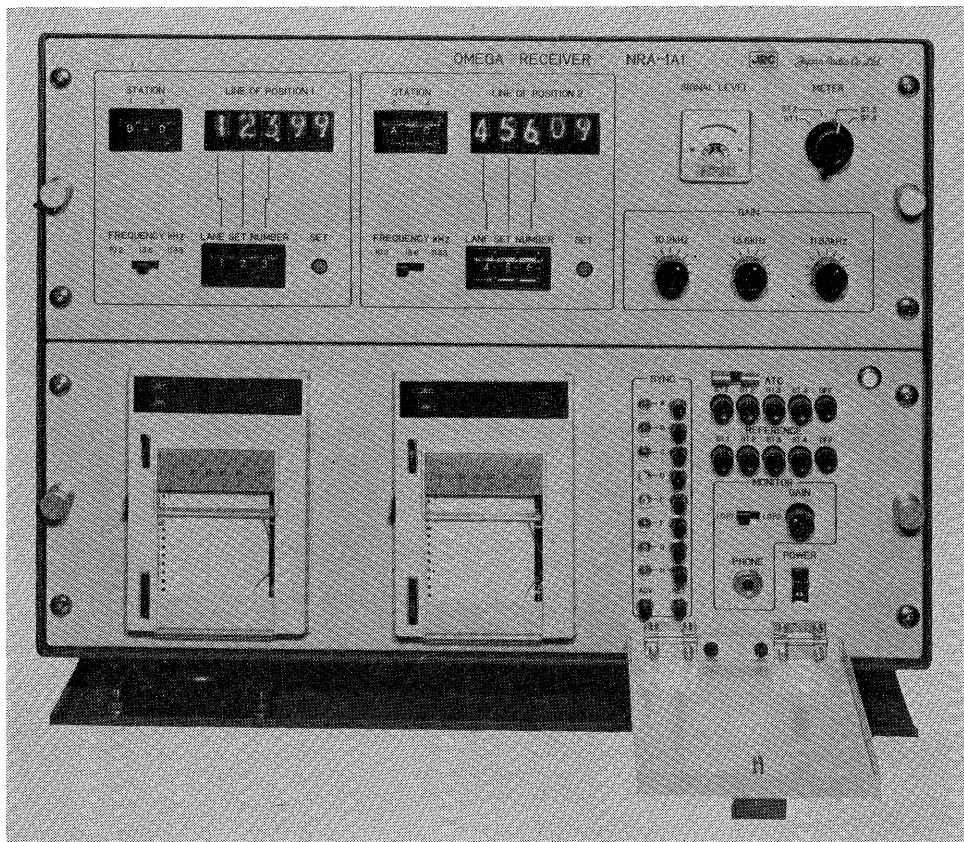
になり、前と同様にレーン数誤りを生ずる。

以上の例に示すように、オメガ受信機にチャートレコーダを備えることは、航路の監視が直観的におこなえるばかりなく、さまざまな条件によって生ずる計測値異状を容易に発見でき、記録の規則性から、正常値を推定できるので、オメガ受信機の計測値の信頼性の向上に大いに役立ち、オメガ受信機には不可欠のものであると言っても過言でないくらいのものである。

一方、デジタル記録器はどうかというと、人間は数値のら例から、その規則性を発見するのは不得手であり、前述のチャートレコーダに見るような効用は、望むべくもない。また、後刻、この記録を計算機処理などに利用したいような場合でも、人間がこの記録を読みながら、テープやカードにパンチして、計算機に利用しやすいものにしなす操作が要り、いずれにせよ、最も利用しにくい形である。後刻計算機処理することを前提にするならば、テープパンチを併用すべきであろう。

4. 受信結果

前節で得た結論をふまえて製作したオメガ受信機を第12図に示す。



第12図 NRA-IAI オメガ受信表示機

その主な仕様は以下のごとくである。

受信周波数

10.2 kHz, 13.6 kHz, 11.33 kHz. 以上3周波のうちの任意の2周波が同時受信可能

受信可能信号レベル

0.01 μ V (−40 dB)~10 mV (80 dB)

セグメント同期

モニター出力の信号音とセグメントランプの監視による手動同期

位相追尾

4局のオメガ信号に自動追尾

位置線表示

2本の位置線の数値を2組の数字表示管に同時表示
レーン数表示3桁位相差表示2桁

計測精度

1/100 レーン以内

基準発振器周波数安定度

2×10^{-9} /日 外部発振器使用可能

A.T.C.

受信したオメガ信号により本機のタイミングを制御

し、セグメント同期ずれが起こらないようにする
チャートレコーダ

2個のチャートレコーダがパネル面に内蔵され2つの位相差を連続記録

使用電源

通常 AC 100/115/220 V $\pm 10\%$ 50/60 Hz

AC 電源が突発的故障の際には、あらかじめ・DC 24 Vの予備電源を接続しておくことにより無停電にすることができる

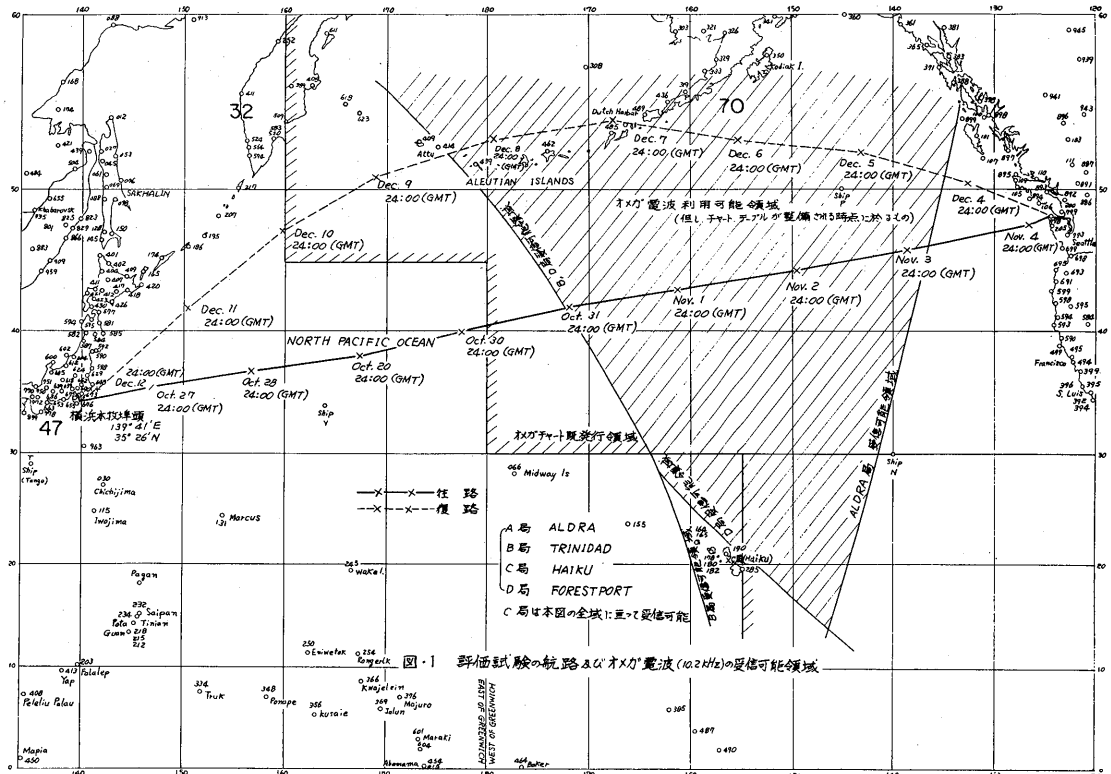
消費電力

150 VA 以下

空中線

4m ホイップアンテナ

以上の仕様を持つオメガ受信機の評価試験を昭和44年に北米大陸西岸および北太平洋上で実施し、(1)その時点での北太平洋上のオメガ電波利用可能領域をほぼ把握した、(2)ノルウェー局のオメガ電波がグリーンランド上を伝搬するときは、そのアイスキューにより著しく減衰される、(3)オメガによる位置決定誤差は全測定回数の約60%が0.5マイル以下であり、全部の測定値



第13図 評価試験の航路およびオメガ電波(10.2 kHz)の受信可能領域

の誤差が1.5マイル以下である、(4) 空間波補正値の有効適用範囲は180マイル以上に及ぶ、などの結果を得た。これらの評価試験の詳細については、すでにいくつかの文献^{4,7)}に紹介したのでここでは割愛して、ここではごく最近入手した利用者の使用状況の1例について紹介する。

鮭鱒は日本の重要な漁業資源のひとつであり、その漁場が北洋であることはよく知られている。

この海域での操業では各船舶が自船の位置を正確に把握することが重要であり、その成否は漁獲高にも影響を及ぼすほどである。従来この海域にはロランAおよびロランC局が設置されているが、その到達距離、交角などの関係で、極く一部の海域を除いては良好な位置決定が不可能であった。したがってこの海域で良好な位置決定が可能な第3の電波航法の出現が切望されているわけであるが、残念なことに第13図に見るとおり、現在のところこの海域においてはオメガ電波はA（ノルウェー）—C（ハワイ）局対を除いては良好な位置の線（Line of Position）が得られない。第13図は前述のオメガ受信機の評価試験で求めた現時点における北太平洋上のオメガ電波の利用可能領域である。

次に掲げるのは本年この海域で操業した日魯漁業株式会社所属鮭鱒母船喜山丸船長の「北洋鮭鱒漁業に於けるオメガ受信機使用に関する報告」からの引用である。

—○○○—○○○—○○○—

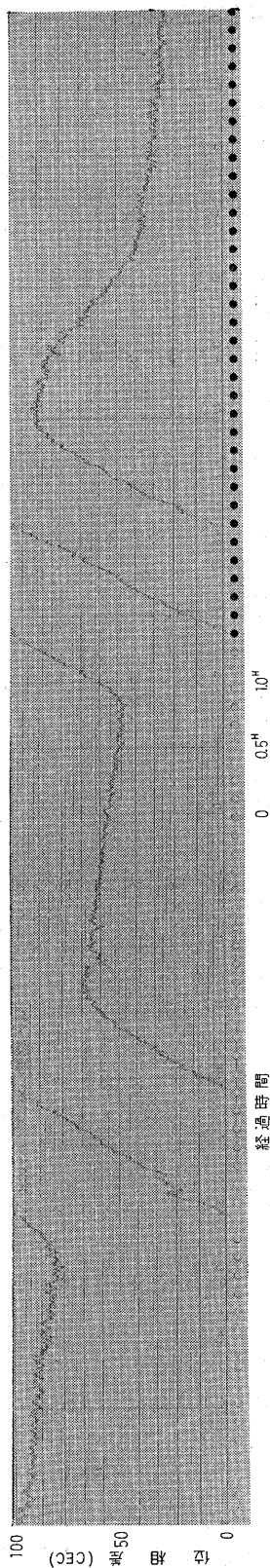
5月25日 1600 天測位置の線とA—C, A—Dとの交点の誤差0.6', A—Dのサービスイリアに入ったかに思われましたがその後A—Dのみは不規則な変化をするため使用できず (51.20N, 164.28E)

5月30日 0920 太陽子午線高度緯度法による位置の線、オメガA—CとロランA 1L2の3本の位置の線が一点にて集まりほとんどオメガの誤差 Nil, 1L3はBase Lineにて使用不可能 (50.20N, 176.22E)

5月31日 0400 漁区121区, 122区附近, 太陽天測の結果Aロラン 1L2とオメガA—Cとの組合せ船位0.5マイル以内の誤差, その他の1L2とCロランSH7-Xとは交角が小, 1L3はBase Lime (50.15N, 176.50E)

6月4日 0400 漁区103区にてロラン 1L2, 1L3, SEMISOPOCHNO 1島からのレーダーによる船位(島より30マイル), 太陽天測位置の線を比較, 1L2とオメガA—Cの組合せ船位がレーダーによる船位および天測位置の線に最も誤差少なく, 0.8マイル (50.30N, 178.45E)

7月20日 0750 復航時 ATTU 島よりレーダーによる船位とを数度チェックしたところ, 平均0.6マイルの誤差。



第14図 チャートレコーダーによる受信記録の1例

上記例からみると屋間ロラン A 1L2 のサービスエリア内において、オメガ A—C とロラン A 1L2 (ただし、オメガ A—C との交角および受信感度等の条件の良い海域) との組合せ船位は 0.5~0.8 マイル以内、また夜間においての誤差測定例がありませんが、屋間より受信感度も悪くなり、大略、屋間の 2 倍以内の誤差と思われます。

昼夜間の測定値の不安定度

屋間 ± 10 CEC 以内

夜間 ± 20 CEC 以内

漁場全域で A—C レーンの幅を平均 9 マイルとして誤差マイル数に換算すれば

屋間 $(10/100) \times 9 = 0.9$ マイル以内

夜間 $(20/100) \times 9 = 1.8$ マイル以内

ただし、オメガにおいては常に空間波を使用しているため、日出前、日没後の 30 分~1 時間の電離層不安定な時間は空間波補正数値も急激に変化するため、時々、4 マイルの誤差を生ずることもあります。しかし、これら屋間の不安定度および日出没前後の不安定度はレーン読取り表示管と自記記録器とを併用すればさらに少さくなります。

以上、オメガ A—C 位置の線の誤差について記しましたが従来のロラン A のマッチングする際の個人差およびロラン C の $10 \mu \text{ sec}$ 毎のあいまいさ等を考慮すれば、非常に安定した精度の良い船位が求められ、十分に許容される範囲内の誤差と思われます。

—○○○—○○○—○○○—

この報告ではオメガの位置の線と天測またはロランの位置の線との組合わせで船位を決定しているがほぼ良い精度で位置決定可能であることに満足しているように見受けられる。また、チャートレコーダに連続記録された測定値の変化を見ることにより、オメガ電波の伝搬路上の諸定数の不規則変動(特に日の出、日没時に多い)により感起される誤差の大きさを推定し、これを補正することにより、位置決定精度を高めることが有効であることを示している。

上記の 1 使用例は、オメガの使用法としては、多少変則的ではあるが、従来ある電波航法が満足に使用出来な

いような海域ではオメガ航法がいかに有意義に使用されるかを示すために掲げたものであり、またあわせて、前記仕様のオメガ受信機が極めて良好に動作し、実用価値の高いものであることを示すものである。

第 14 図に喜山丸が操業中の移動の模様を示すチャートレコーダーの記録の 1 例を示す。

5. あとがき

オメガ受信機の基本的な機能について検討し、その結論にそった仕様および構成により製作したオメガ受信機が、極めて満足に動作していることを示した。

ここに記載した内容が、ユーザー各位のオメガ受信機理解の一助となり、また、オメガ受信機の性能評価の目安として役立てば幸いである。

最後に、オメガ受信機の評価試験に際し、乗船の便宜をはかってくださった川崎汽船株式会社の皆様、ならびに、オメガ受信機使用に関する貴重なデータを知らせてくださるとともに、報告書の原文の一部を転載する便宜をはかってくださった日魯漁業株式会社の皆様に深く感謝の意を表する。

参 考 文 献

- 1) OMEGA IMPLEMENTATION COMMITTEE: Selected Papers Related To LONG RANGE RADIO NAVIGATION U.S. Navy Department 1966
- 2) オメガ航法編集委員会: オメガ航法, 鶴巻書房 1968 p. 86~90
- 3) R.L. Eisenberg and M.F. Williams: Interim Report Precipitation Effects on Omega Aircraft Receivers, NRL August 10, 1967
- 4) R. Jaffe and E. Rechtin: IRE Trans. Inf. Theory Vol. IT1 1955 March p. 66~76
- 5) 日本電気株式会社: 日本電気株式会社カタログ Cat. No. 232-7-J
- 6) 関根兆五: オメガとその評価試験, 電子通信学会, 宇宙・航行エレクトロニクス研究会資料 SANE 70-25 (1971-2)
- 7) 関根兆五: JRC オメガ受信機とその評価試験について, アンマンド社 UNMANNED AGE Vol. 1, No. 6 昭和 45 年 12 月

オメガの受信結果とデータ処理

*(株)光電製作所

研究部 古谷俊雄

Omega Receiving Data and Data Processor

*Koden Electronics Co., Ltd.

Research Department: Toshio FURUYA

PREFACE

We developed three OMEGA receivers for general ships in 1969 on the subsidy granted by the Japan Ship's Machinery Development Association.

In 1970, we made receiving tests under various situations by means of the receivers and also developed the data processor which enabled us ship's positioning automatically from the OMEGA receiving data with considerations of automatic sky wave corrections.

This paper is the reports of the receiving tests and the data processor.

1. はしき

日本船用機器開発協会の研究開発助成金によって、株式会社光電製作所で一般船舶用オメガ受信機を昭和44年度に3台試作した。それらの受信機を使って昭和45年中に種々の状況で受信テストを行なうと共に、オメガ受信機から得た位置線情報に空間波補正を施して船位決定を自動的に行なうための専用情報処理装置を開発した。

本稿は、それらの受信テストの結果と、受信データ処理装置の概要についての報告である。

2. オメガの受信結果

オメガ航法を行なう際に一番問題となるのは位相差測定値の日周変化である。

日周変化に再現性があるか、その予測値はどの程度まで実測値と一致するか、場所の変化に伴ってどのように日周変化の状況が変わるか、ということが分れば、オメガ航法の精度を確認できる。

オメガ航法の精度は、位相差測定値を空間波補正表によって補正したもので位置線を求めた場合に、昼間で約

1 哩、夜間で約 2 哩といわれている。

同航法のレーンの幅は基線上で約 8 哩であるから、日周変化の短期日内の再現性、予測値との一致の程度は、昼間で 10 センチレーン以内、夜間で 20 センチレーン以内になることが期待される。

ディファレンシャルオメガの有効範囲は 200 哩位、精度は 500 位といわれている。このことは互いに 200 哩以内にある地点での日周変化は 3 センチレーン以下位で一致することが期待される。

3 台の試作オメガ受信機の中の 1 台を日本郵船の山城丸に装備して受信記録をとってきた。

同船が 45 年 6 月、10 月、46 年 1 月に横浜港で数日間ずつ投錨した時の AC ペアに対する連続受信記録では、日周変化の短期日内の再現性が昼間で 10 センチレーン以下、夜間で約 20 センチレーン以下という上記の期待値がほとんど満足されていた。10 分毎に記録させた連続 3 日間の位相差測定値を 1 枚に重ねてプロットした 45 年 6 月と 46 年 1 月の受信データを図-1 と図-2 に示す。

日周変化の状況が季節によってどう変わるかを見るため、6 月と 10 月と 1 月の受信データから 1 日ずつ抽出したものを 1 枚に重ねてプロットしたものを図-3 に示す。

同じ季節の日周変化を 3 日分重ねたものと較べると、2 乃至 3 ケ月離れると日周変化の状況がかなり変化することがよくわかる。

45 年 6 月に山城丸が横浜→名古屋→神戸と回航してそれぞれ数日ずつ投錨した時、横浜と名古屋とでとった受信データから 1 日ずつ抽出した 3 日分の日周変化を一枚に重ねてプロットしたものが図-4 である。

同じ季節の日周変化は横浜と神戸程度に離れていてもかなり類似したものとなることが同図からわかる。

45 年 3 月に台の試作オメガ受信機を東京商船大学の越中島校舎と富浦実験所と汐路丸とに置き、同船が月島と富浦を往復する間に三者で AC ペアの連続受信記録を

* 東京都品川区上大崎 2-10-45 (No. 10-45, 2-chome, Kami-osaki, Shinagawa-ku, Tokyo)

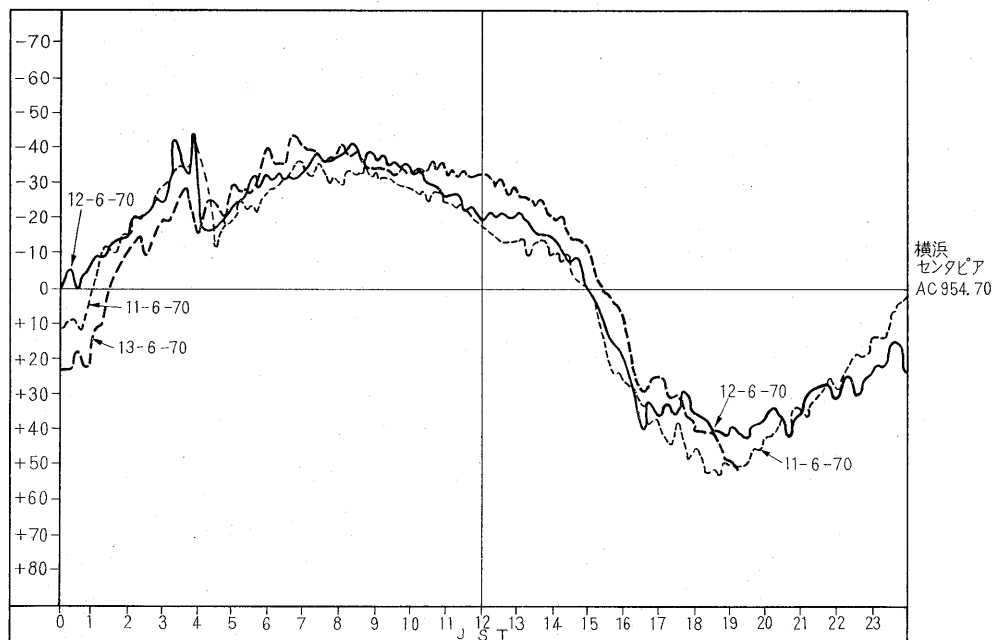


図-1 Omega 空間波補正値の日周変化 (横浜: June '70)

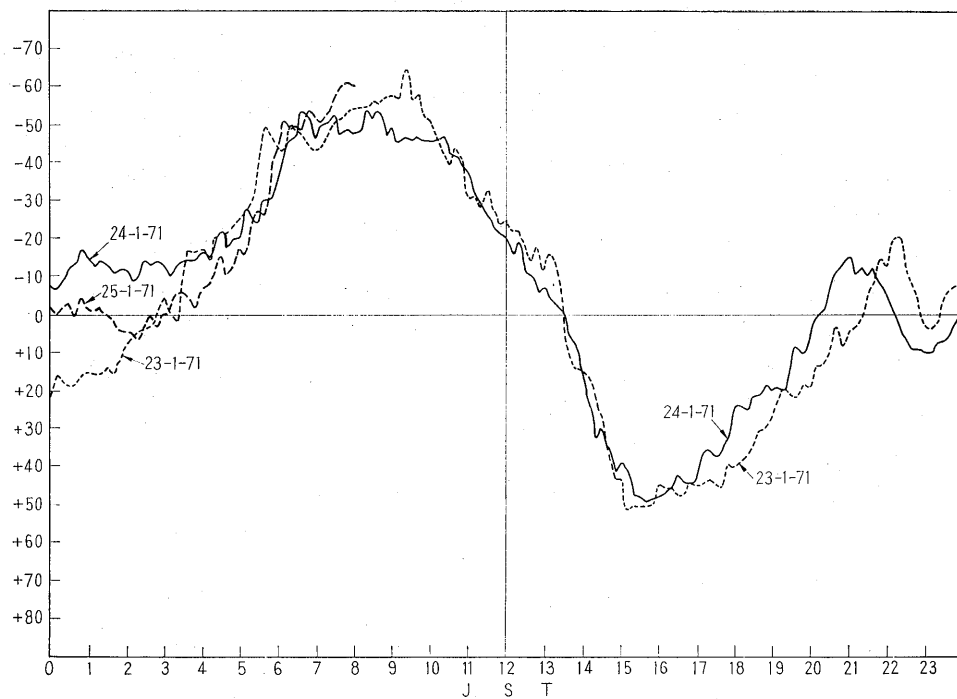


図-2 Omega 空間波補正値の日周変化 (横浜: Jan. '71)

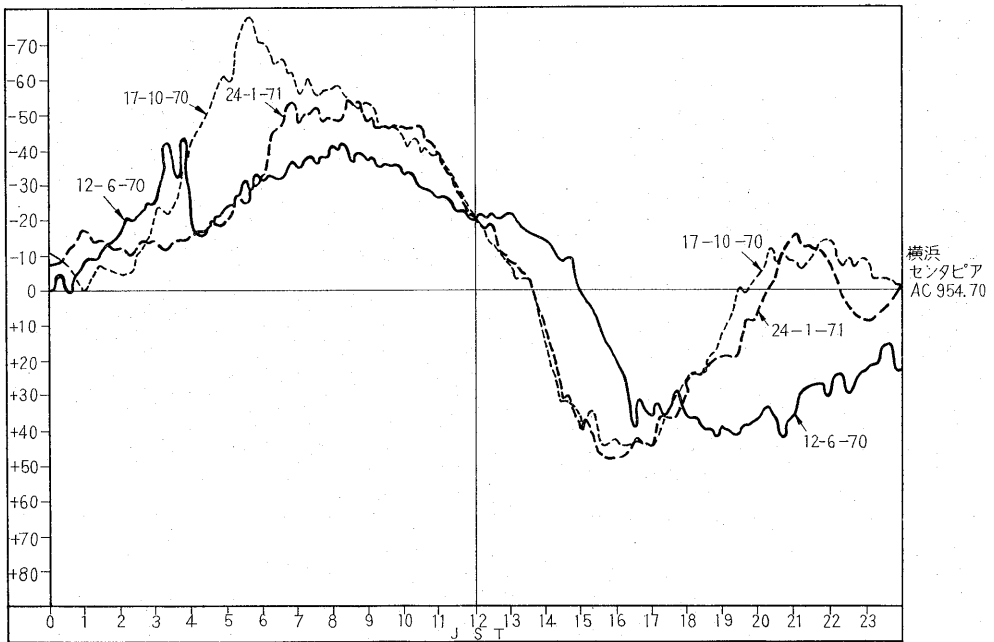


図-3 Omega 空間波補正值の日周変化 (横浜: June, Oct. '70, Jan. '71)

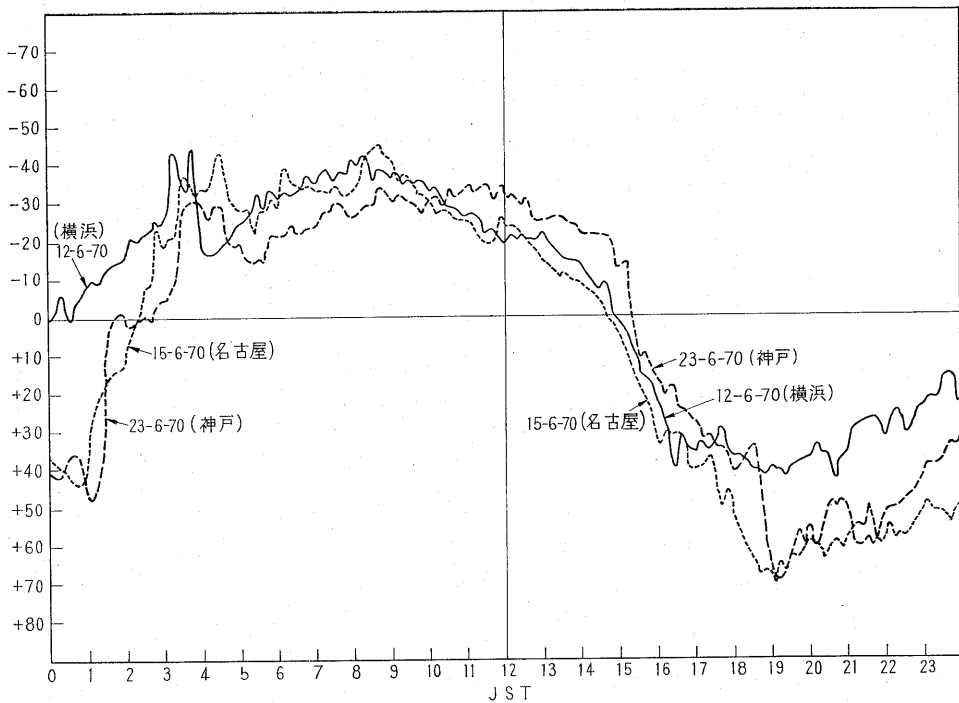


図-4 Omega 空間波補正值の日周変化 (横浜, , : June '70)

行なった。図-5 はその時の受信データである。

同図に細かい破線で描いた富浦での日周変化と、太い破線で描いた越中島での日周変化は、それぞれの位置線 AC-956.90 と AC-954.67 を汐路丸が富浦湾内で投錨した場所の位置線 AC-956.88 に合わせて描いたもので、同図から三者の日周変化と航行中の汐路丸の航跡を読みとることができる。

航行中の位置線の値を富浦での日周変化から得た空間波補正值で補正したものと、目測で求めた地点のオメガ・チャート上での位置線の値を汐路丸が月島と富浦の間を往復する際に 86 地点で比較した結果、両者の差の平均として 5.5 センチレーン (約 0.5 浬)、標準偏差として 4.2 センチレーンを得た。

パナマ運河の太西洋側の出口にある Cristbal 港に山城

丸が停泊中にとった受信記録と、それを市販のオメガ空間波補正表で補正したものを図-6 に示す。

同図を見ると、実測値に補正を加えて得た位置線の値は AC ペアも BD ペアも共にチャートの値と ± 10 センチレーン以内で一致していることがわかる。

その際もし補正を行なわなかったとすれば、AC の位置線の測定値が実際の位置線から 90 センチレーン位ずれる可能性のあることが同図からわかる。

北洋海域で操業していた大洋漁業の第 3 日新丸と壮洋丸と、横浜とパナマとヨーロッパを往復している山城丸にのせた試作オメガ受機で得たオメガ・フィクスとレーダ、天測、デドレコ等によって得た推定位置との比較をそれらの船の航海士の方々にしていただいた。

送信局の停波や過度の S/N 劣化等のため前回 (2 時

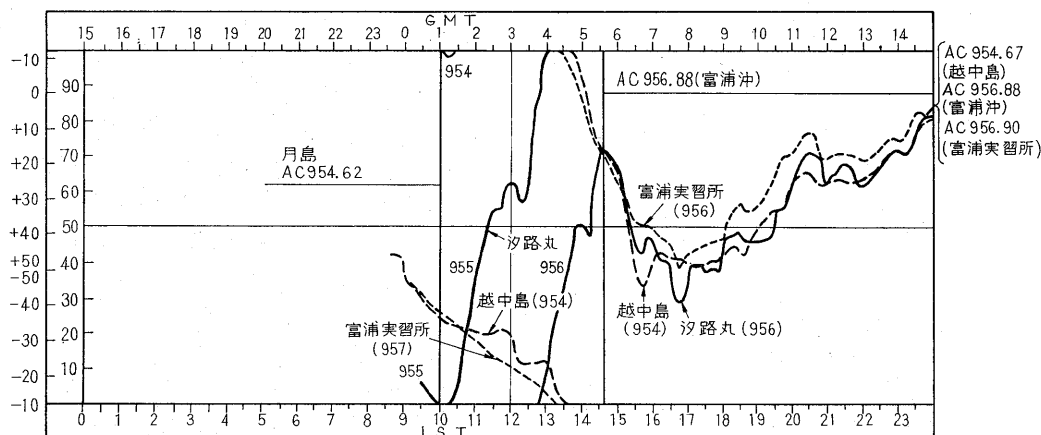


図-5 オメガ航法による汐路丸の航跡記録と越中島および富浦での空間波補正值

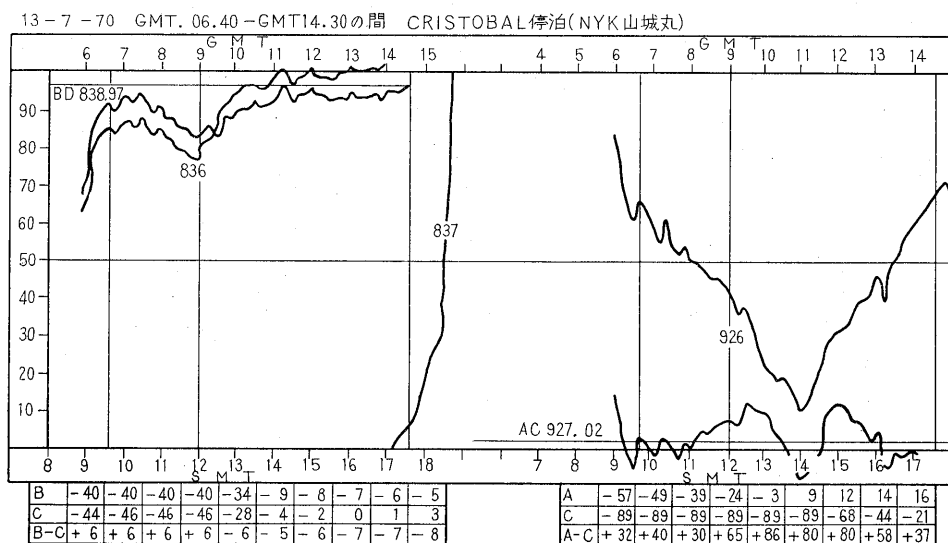


図-6 オメガ航法による山城丸の航跡記録 (Cristobal: July 13 '70)

表-1 Omega Fix の実測精度 (その 1)

Error Distance 種類	単位: Mile	標本数	平均値	標準偏差
[Omega Fix—Radar Position]		22	1.88	1.44
[Omega Fix—Stella Observation Position]		71	2.15	1.62
[Omega Fix—Loran Fix]		2	4.5	1.0
[Omega Fix—Dead Reckoning Position]		46	5.94	3.62

注: 表 2 の記録例かのデータによる

表-2 Omega Fix の実測精度 (その 2)

昼 夜	規準位置決定手段	標 本 数	平 均 値	標準偏差
Daytime	Radar	14	1.58	1.34
	Stella Observation	26	2.28	1.87
Night	Radar	12	2.11	1.50
	Stella Observation	9	2.56	1.54
Evening	Stella Observation	10	2.54	1.08
Twilight	Stella Observation	21	2.06	1.34

間以上の間隔で行なわれているとその回の間でレーンがずれているものを除外した 146 地点での比較結果について、推定位置を出すのに使った手段別 (表-1) と昼夜別 (表-2) にオメガ・フィックスと推定精度の平均値と標準偏差を求めてみた。

表-1 を見ると、比較した側の精度が高いと思われるもののほどオメガ・フィックスの精度が良いことがわかる。

1~3 哩といわれるオメガ 航法の精度に近い値が実際に得られているようである。

昼間は 1~2 哩、夜間は 1.5~3 哩の精度といわれているので、表-1 のデータを昼と夜に分けて平均をとってみたが、表-2 の結果だけでは、多少昼の方が夜より精度が良いかなという程度の差しかでていない。

なお、天測には日出、日没時が有利なため、その時間のデータが多いので明方と夕方を別に分けてみたが、この方も有意の差異は見出しにくいようである。

3. オメガ位置線からの船位決定計算

2 本のオメガ位置線からその交点の緯度・経度を求める計算は次の手順でおこなうことができる。

緯度 φ_1 、経度 θ_1 の A 地点 (φ_1, θ_1) と

緯度 φ 、経度 θ の R 点地 (φ, θ) の 2 点間の大圏距離を d_{AR} とすれば、 d_{AR} は Andyer-Lambert の表示式によって以下のように表わされる。

$$d_{AR} = a\sigma + \delta_s \quad (1)$$

ここで a = 赤道上の地球半径 = 6378.2064 km

σ = 角距離 (ラジアン)

δ_s = 楕円補正值

$$\cos \sigma = \sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi + \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi \cdot \cos (\theta_1 - \theta)$$

$$\delta_s = \frac{af}{4} \cdot \left[\frac{(3 \sin \sigma - \sigma)(1 + s_0 + c_0)(1 + s_0 - c_0)}{1 + \cos \sigma} - \frac{(3 \sin \sigma + \sigma)(1 - s_0 + c_0)(1 + s_0 - c_0)}{1 - \cos \sigma} \right]$$

f = 地球の回転楕円体の偏平率 = 1/295

$$s_0 = \sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi$$

$$c_0 = \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi$$

既知の地点 A (φ_1, θ_1) と B (φ_2, θ_2) にある 2 局に対する推定位置 $P_0(\varphi, \theta)$ のレーン値は、上記の (1) 式を使って次のように表わされる。

$$l = \left(\frac{d_{AP_0}}{V_P} - \frac{d_{BP_0}}{V_P} \right) \times 10200 + 900 \quad (2)$$

ここで V_P = 300574 km/秒

はオメガ・チャートに採用されている位相速度である。

オメガ受信機から得た 2 つのレーン値に空間波補正を施すことによって得られる 2 本の位置線 l, m の交点を P とした時、推定位置 P_0 の緯度 φ 、経度 θ に対する P 点の緯度差 $\Delta\varphi$ 、経度差 $\Delta\theta$ は、上記のレーン表示式 (2) を利用して次のように求められる。

図-7 で、[0] 点は推定位置、[1] 点と [2] 点はそれぞれ [0] 点から緯度方向または経度方向に δ だけ離れ

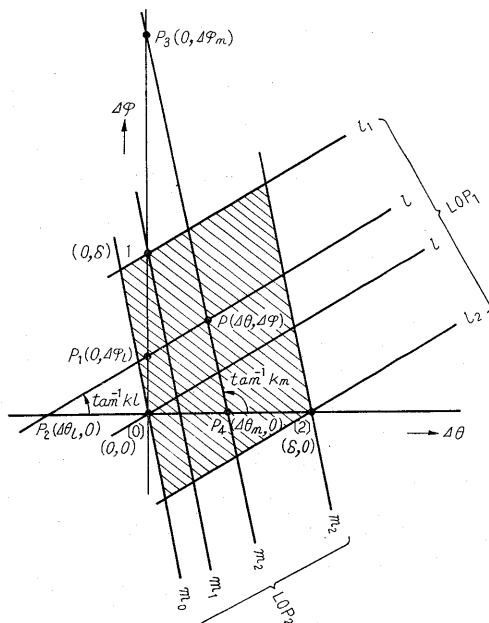


図-7 推定位置近傍での位置線と緯度経度の関係

た地点である。 δ は任意な小さい値に選ぶ。

$l_0, l_1, l_2; m_0, m_1, m_2$ はそれぞれ [0], [1], [2] の3点に対して (2) 式で算出した2本の位置線の計算値、 l と m は空間波補正を施した2本の位置線の測定値である。

$(\Delta\varphi, \Delta\theta)$ は [0] 点を原点とした時の交点 P の緯度・経度座標である。

$P(\Delta\varphi, \Delta\theta)$ を通る位置線 l が φ 軸と θ 軸を切る点をそれぞれ $P_1(\varphi_1, 0)$, $P_2(0, \varphi_2)$ とすれば、

$$(l_2 - l_0) : \delta = (l - l_0) : \theta_i \quad \text{より}$$

$$\theta_i = \frac{l - l_0}{l_2 - l_0} \cdot \delta$$

$$(l_1 - l_0) : \delta = (l - l_0) : \varphi_i \quad \text{より}$$

$$\varphi_i = \frac{l - l_0}{l_1 - l_0} \cdot \delta \quad \text{となる。}$$

したがって位置線 l の θ 軸に対する勾配 K_l は

$$K_l = \frac{\varphi_i}{\theta_i} = \frac{l_2 - l_0}{l_1 - l_0} \quad \text{となる。}$$

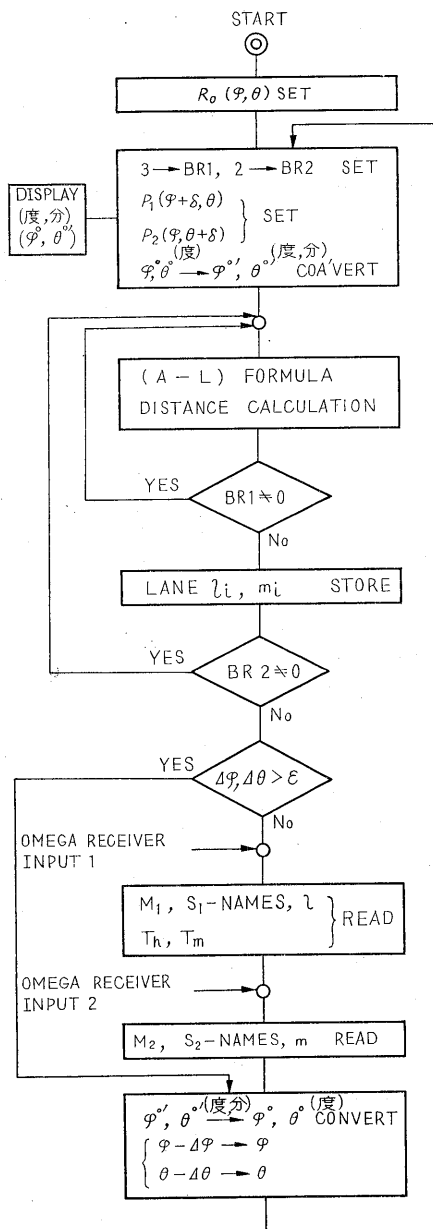
位置線 m の θ 軸に対する勾配 K_m も同様にして

$$K_m = \frac{\varphi_m}{\theta_m} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0}$$

したがって位置線 l と m の $(\Delta\varphi, \Delta\theta)$ 座標での方程式は、

$$\begin{cases} l: & \Delta\varphi = \frac{l_2 - l_0}{l_1 - l_0} \cdot \Delta\theta + \frac{l - l_0}{l_1 - l_0} \cdot \delta \\ m: & \Delta\varphi = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \cdot \Delta\theta + \frac{m - m_0}{m_1 - m_0} \cdot \delta \end{cases} \quad \text{となる。}$$

上式を $\Delta\varphi, \Delta\theta$ について解くと、



BR: B-Register (Jump . . . , Count Down)

フローチャートのシーケンス

1) 推定位置 (緯度 φ_0 , 経度 θ_0) [0] 点と、そこから緯度方向に δ だけ離れた [1] 点および経度方向に δ だけ離れた [2] 点の3地点について、それぞれ2つの対局に対するレンジ値 l^i, m^i ($i=0, 1, 2$) を Andoyer-Lambert の測地線表示式で計算する。

2) 計算で得た l^i, m^i と受信点 $P(\varphi, \theta)$ で測定したレンジ値 l, m によって φ, θ を評算する。推定位置の近傍では φ, θ が l, m の一次関数で表わされると仮定すれば、 φ, θ は容易に求まる。

3) φ, θ の増分 $\Delta\varphi (= \varphi - \varphi_0)$, $\Delta\theta (= \theta - \theta_0)$ がある微小量 ε より大きかったら 1) のトップに戻って計算をやり直す。

図-8 オメガ位置線から緯度経度を計算するフローチャート

$$\begin{cases} \Delta\varphi = \frac{(l_2-l_0)(m-m_0)-(l-l_0)(m_2-m_0)}{(l_2-l_0)(m_1-m_0)-(l_1-l_0)(m_2-m_0)} \\ \Delta\theta = \frac{(l-l_0)(m_1-m_0)-(l_1-l_0)(m-m_0)}{(l_2-l_0)(m_1-m_0)-(l_1-l_0)(m_2-m_0)} \end{cases} \quad (3)$$

となり、2本の位置線 l, m の交点 P の緯度、経度はそれぞれ $\varphi + \Delta\varphi, \theta + \Delta\theta$ となる。

$\Delta\varphi, \Delta\theta$ がある値 ε より大きい場合には、 φ, θ の代わりに $\varphi + \Delta\varphi, \theta + \Delta\theta$ を推定位置にして (2) 以降の計算を繰返せばより高い精度で P 点、すなわち船位の緯度、経度が求まる。

以上の計算を行なうためのプログラムがオメガ航法による船位決定計算システムのメインルーチンになる。

その部分のフローチャートを図-8に素す。

上記の計算中に使った任意な小さい値 δ を $1.2'$ に選ぶと、60 哩位離れた推定位置からスタートした場合には2回の反復計算で、600 哩位離れた推定位置からスタートした場合でも3回の反復計算で交点の緯度・経度を正確に算出できることを多数の地点について確認した。

なお実際の船位決定計算の際には、位置線測定値が空間雑音等のために平均値を中心にしてばらつくことが予想されるので、10 秒毎に受信機から得られる位置線情報から最小自乗法の手法によって時間に対する最適函数を求めておき、船位を求める場合には、その時点の函数値として位置線の値を求めるようにすることを予定している。そうした場合には位置線測定値の最適函数値からの偏差値や時間に対する勾配等をチェックすることにより位置線測定値の信頼度を常時監視することもできる。

4. 空間波補正のための計算

空間波補正を自動的に行なう方法としては、(1) 空間波補正表を作る際の計算法に近い計算によって、推定位置でのその時の補正値を求める。(2) 市販の空間波補正表から予定のコースに沿う地域の部分をメモリーに記憶させておき、推定位置でのその時の補正値をメモリー中から索引して利用する。その際補間法を使うことにより、記憶さすデータがなるべく少なくすむようにする。(3) 市販の空間波補正表等から少数のパラメータをさがし、それらの値を予定コースに沿う地域ごとにメモリーへ入れておき、それらを推定位置によって索引して出し、それらのパラメータから仮定した何等かのモデルによって補正値を算出する等の方法が考えられる。

上記の方法の内、(1) は計算中に地表の導電度分布図等多数のパラメータが必要になるので小形電算機程度のデータ処理能力では手に負えない。(2) は漁船等のように比較的狭い海域にかなり長い期間滞在する船では、記憶さすデータが少なくすむので有効であるが、商船

や貨物船のように広い地域にわたって航行する船では、膨大なデータを記憶させるか、何日かおきにデータを入れ直す手間をかけるかしなければならない。将来空間波補正表が磁気テープの形ででも供給されるようになれば最も有効な方法になる。(3) はモデルが適切だと少ないパラメータでかなり忠実な空間波補正を行なえるので、小形の自動航法装置に向けた方法である。

本試作機のプログラミングでは (2) または (3) の方法で空間波補正を行なっている。(3) の具体例を以下に素す。

空間波補正値には次のような一般的性質がある。

1) 局と受信点を結ぶパス全体が夜になる時間には補正値が負の最大値になる。この値は一年中を通してほとんど一定である。夜間の位相速度は陸上と海上の区別なく一定なので計算でも容易に求められる。

2) 局と受信点を結ぶパス全体が昼になる時間には補正値が負の最小値か、正の最大値に近いある幅の中の値になる。その値は 10 センチレーン以下なので、中間値をその時間帯の補正値とすれば差は 5 センチレーン以下となる。オメガ・チャートの位相速度は昼間の位相速度の平均値に選ばれているので、この時間帯の補正値は 0

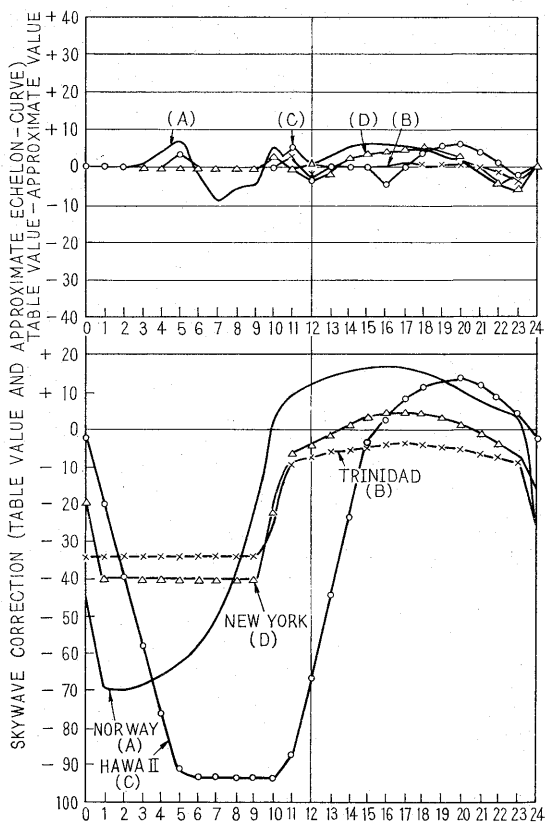


図-9 空間波補正値の近似曲線

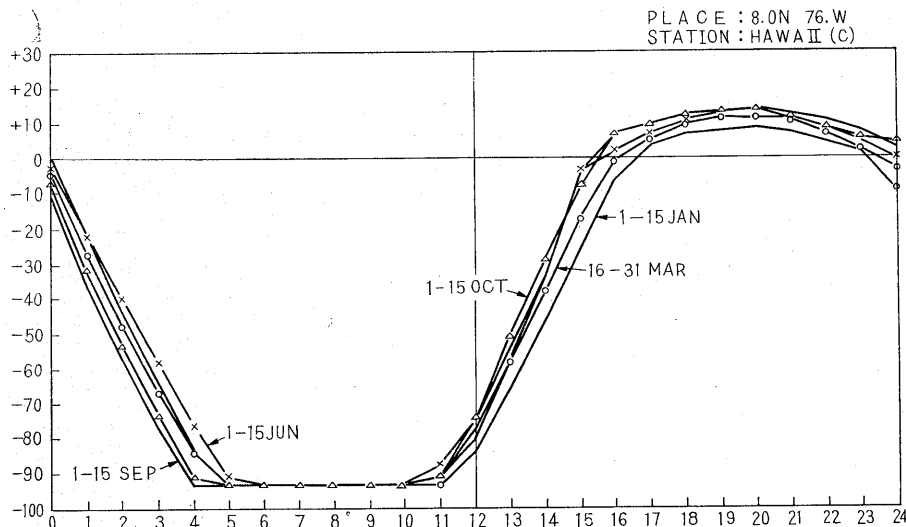


図-10 空間波補正值の季節変化

を中心として ± 15 センチレーン以下である。したがってこの間の補正値を 0 としても差は 15 センチレーン以下である。

3) バスの一部が夜になる時間の補正値は、最低値から最高値へ、または最高値から最低値へ時間に対して殆ど直線的に変化する。

4) バスが低緯度にあるほどこれらの性質は顕著である。

上記の性質を利用すれば、緯度、経度 4° 毎の地域に対して各局毎に与えられている空間波補正表からその時期の 24 時間分の補正値を見て、その中から最高値近傍の中間値と最低値の 2 つをパラメータとして読みとるだけで、他の時間の補正値を 5 センチレーン以内の精度で出できる。その際必要な局と推定位置での日出と日入の時間は簡単な計算で求められる。

さらに簡略化してバス全体が昼の時間の補正値を 0 としてしまえば、バス全体が夜の時間の補正値は計算によっても簡単に得られるので、パラメータすら読みこまなくとも空間波補正を行なえる。その際の精度は 15 センチレーン位である。

図-9 と図-10 に示した空間波補正値の実例から、補正値が上記の性質を持つことがわかる。

5. オメガ受信データ処理装置の構成

本装置は図-11 の系統図に示した部分によって構成されている。同図からわかるように、本機は一般の小形情報処理装置と類似した構成になっているが、特定の情報処理のみを取扱うための装置なので、以下に挙げるような一般機器とは異なる特徴を持っている。

- 1) 浮動小数点方式の演算機構をハードウェアで持たせた。
- 2) サブルーチンのほとんどを ROM (固定記憶) で処理する。

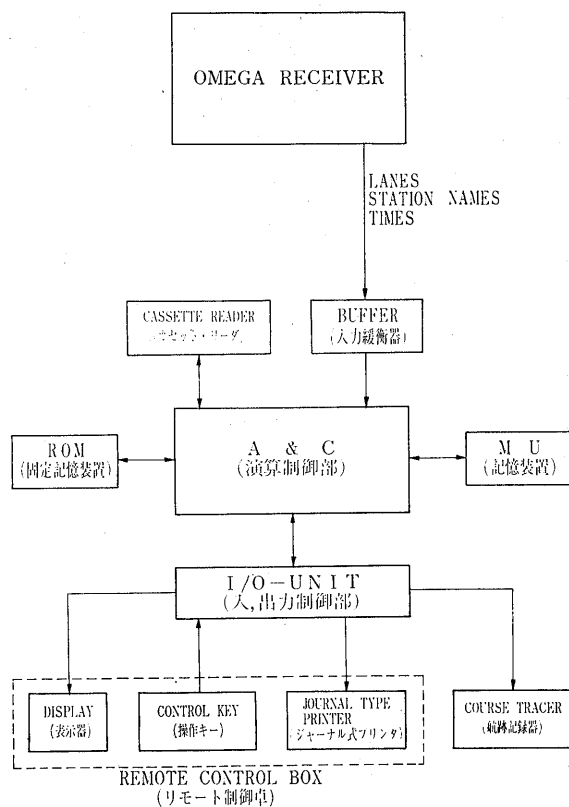


図-11 オメガ航法による船位自動計算システムの系統図

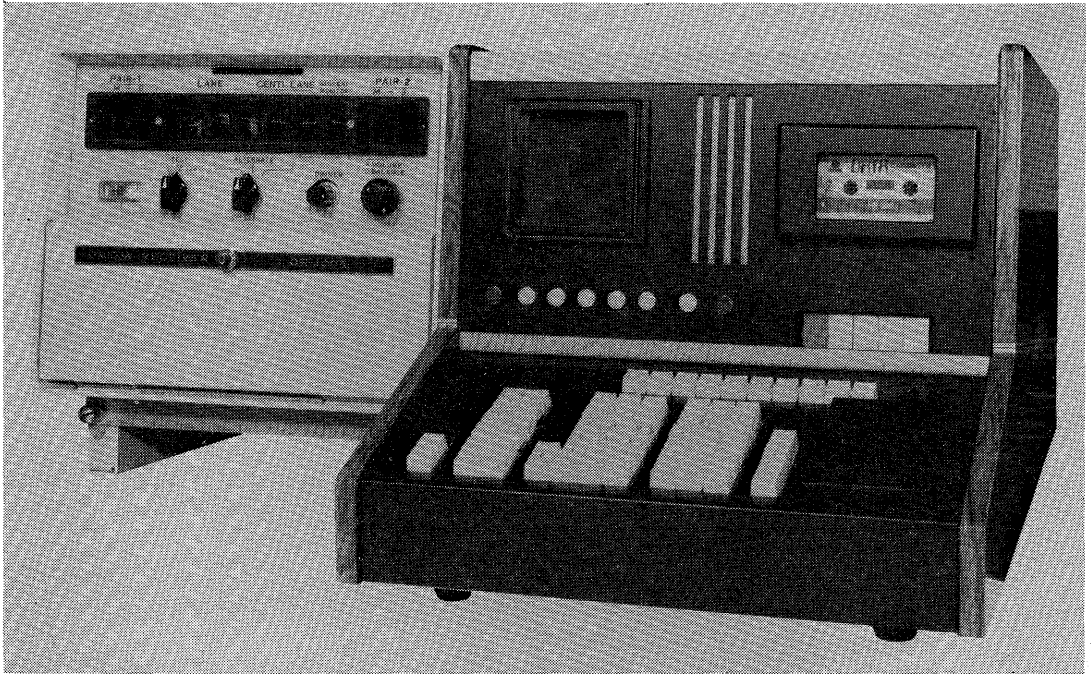


図-12 試作機の外観

3) 補正データ記憶等のためにカセット・テープ・メモリを付属させた。

4) 必要な機能がすべてビルトインされており、本機とオメガ受信機だけで船位決定システムが完成する。

図-12 は昭和 45 年度に助成金で開発した試作機をオメガ受信機と並べて撮った写真で、試作機の段階でのオメガ航法による船位自動計算システムの全貌である。

試作機での最終出力は CRT 表示とジャーナル式プリンタとであるが、近く製品化する際にはシステム構成と出力形式が次のようになる。

1) オメガ受信機とデータ処理装置をラックに入れる。

2) データ処理装置の本体には必要最小限の操作キーを残し、通常の操作に必要な操作キーと緯度・経度等の表示を含むリモート制御卓を付属させる。

3) 船位の緯度経度、ウェイポイントまでの残距離と方位、デドレコ（推測航法）船位との比較または位置線測定値のばらつき具合の点検等による信頼度監視の表示等が制御卓で行なわれる。

4) それらの表示値はリモート制御卓にあるジャーナル式のプリンタに、ある時間間隔で時間データを加えて

印字記録される。

5) リモート制御卓を小形軽量にしてブリッジ等に置く。

6) 制御卓のモード切換スイッチの操作だけで、オメガ航法以外の情報処理も何種類が行なえる。

7) オプショナルな出力装置として、普通の海図上に航跡をトレースするための XY プロッタも接続できる。

6. むすび

本試作機の開発は、東京商船大学の庄司先生が委員長になって構成されたオメガ受信装置試作委員会の御指導のもとに実施したもので、完成までの間に委員の方々から多くの有益な御助言をいただいたことと、空間波補正の方法について日本郵船の海務課と工務課の方々や三菱造船所横浜工場電装設計課の伊沢氏等との討論に負う所が多かったことを感謝します。

オメガ航法による簡易型船位自動決定システムが、漁船までを含む一般船舶に広く使われるようになり、船舶運行の省力化と航法の安全性向上に役立つ日の早く来ることを望みます。

航空機用オメガ受信機の研究 (運輸省補助金受給)

*古野電気株式会社

箕原 喜代美

Development of Airborne Omega Receiver

*Minohara Laboratory,
Furuno Electric Co., Ltd.

Kiyomi MINOHARA

Abstract

Design concept in the airborne Omega receiver has to be such that enables perfect phase tracking in the 10 kHz band under the high speed, high acceleration conditions.

Along with this concept, we have developed an Omega receiver which is capable of tracking Omega signals at signal to noise ratio of 0 dB, up to the acceleration of 4G and the speed of mach 4.

Though a flight test has not been made yet, we have obtained, through a simulator, test results assuring an intended performance of the equipment on the airplanes.

1. ま え が き

オメガ航法システムは、地球上局という少ない送信局で構成され、全世界いかなる地点においても継続的に受信でき、位置測定に寄与することができる。この航法を、短時間で広範囲に行動し得る航空機に利用することは、全世界をサービスエリアとし、しかも継続的に位置測定のできることから、たいへん都合が良いことになる。しかしオメガ航法は、航空機用の場合、次のような問題点を持っている。

オメガ航法の周波数帯 10~14 kHz では、雑音電界強度が高く、オメガ信号は、S/N の非常に悪い状態で受信される。したがって、信号処理の問題と、追尾性能の問題を合わせて検討し、高速移動体である航空機の速度で、位相追尾が充分でなければならない。一般に、雑音の多い信号から一定の情報を抽出するには、信号処理時間を長くとらねばならない。信号処理時間が長いと、情報抽出に遅れを生じたり、大きな誤差を招く。また逆に、航空機のような高速移動体では、定位置での情報が

少なく、始終、情報が変化し、その変化量が大きいため、信号処理時間を長くとることができない。これらの理由から、信号処理の問題と追尾性能の問題は切り離して考えることができない。航空機用オメガ受信機では、信号処理を充分に行ないながら追尾能力の向上を図らなければならないことが、最大の主題となると考える。

2. 航空機の位置測定概念

航空機の位置測定に対し、速度および加速度は補助的な役割をしてくれることが期待できる。例えば、ドプラー効果により速度を検出し、これを積分することによって移動距離を求め、位置を算出することができ、また、加速度においても同じようなことが言える。オメガ受信機において、速度および加速度を検出し、これを直接の位置測定方法に補助的に加えてやることにより、継続的な位置測定が高速移動中においても実現できる。今、速度に注目すると、速度はオメガ信号のドプラーシフトから検出でき、オメガ受信機でこのドプラーシフトを検出する機構が存在していれば良いことになる。しかし、オメガ信号は雑音を非常に多く含んでいるため、ドプラーシフト周波数を検出するにも信号処理に時間を要する。今、定速度で移動している場合（移動方向を変えた場合は加速度が加わったものとする）、信号処理に長時間を要したとしても、速度測定に誤差は生じない。これは速度成分の増減には変化が生じていないからである。それに対し位置測定は、位置成分の情報が刻々変化するため、信号処理時間を長くとれない。この場合、測定された速度を位置測定に補助的に応用することにより、位置測定の信号処理時間を長くとることができる。速度が正確である場合は、その値を積分することにより、正しい位置を算出できるが、オメガ受信機で測定される速度は必ずしも正確ではない。ゆえに、測定された速度を積分

し、大体の位置を算出して後、位置の修正を直接の位置測定より行なえば良い。この時、直接の位置測定は速度成分から算出した推定位置と正しい位置との差を測定することになるので、その測定すべき差の情報は大きく変化しない。よって、この差の情報の信号処理には時間を要しても、位置測定に誤差を生じなくなる。

加速度が生じ、速度が一定にならない場合でも、加速度一定と考え、速度一定の場合と同じような処置をすることによって、位置測定の誤差を生じなくすることができる。

3. 信号処理と追尾能力

一般に信号処理の方法としてフィルターが考えられるが、フィルター以外の信号処理方法においてもフィルターに換算した等価的帯域幅として、その信号処理能力を置き換えることができる。信号処理の等価帯域幅を狭くすることは、応答速度を遅くする結果となり、航空機用オメガ受信機としては追尾能力を下げることになる。信号処理の等価帯域幅を狭くし、なお追尾能力を下げない方法としては前節に述べた方法を適応すれば良いが、いかにそれを実現するかが問題である。

3-1 信号位相追尾

航空機用オメガ受信機は、オメガ信号の位相に対し自動追尾型でなければならない。こととは、ある決められた時間にオメガ受信機で位相測定をしようとしても、移動体である航空機の速度がたいへん速いため位置決定が困難であることと、オメガシステムでは、レーンの識別のためのレーンカウントのように、過去の時間からの情報が必要であるためである。自動追尾型であれば、刻々に(10秒毎)に受信機が自動的に、オメガ信号の位相を検出し、それによって受信機内部の被同期信号を位相同期させるため、任意の時間に正確な位置決定のための情報が得られる。さらにオメガ受信機に移動速度を記憶させることは、追尾を容易にすると同時に、測定時点でのより正確な情報を得ることを意味する。レーンカウント等においても、自動追尾型である場合には、過去の情報を蓄積することができて、位置決定を容易にする。

以上のことから航空機用オメガ受信機の原理として、注目しなければならない点は、自動追尾ということである。よって以下に自動追尾の動作を行なうAPC(自動位相制御)とAFC(自動周波数制御)について述べる。APCは自動位相追尾を行なうものであり、AFCは、移動体の速度記憶を行なって自動位相追尾に補正を加えるものと考えられる。

オメガ送信局は、時分割により順次送信を行なっていて、2つ以上の送信局が同時に、同周波数のオメガ信号

を送信することはない。このため各送信局信号の位相関係を測定するには、基準の位相を持った非常に安定な発振器を受信機内部に持ち、各送信局の信号とこの基準位相を比較して、各局相互間の位相差を測定するか、または、受信機内部の発振器からの位相を一局に一致させ、他の受信機内部の発振器からの位相を他局に一致させて、それぞれの局の位相を常に記憶される状態にしておいて、その記憶された内部発振器からの位相を互いに比べることにより位相差を測定すればよい。後者の場合、内部発振器は、受信機内につただけでもよく、1つの場合は、位相を変化させられるものを通して、別個の位相の信号が、任意に取り出されるようになっていればよい。前者の方法は、受動的な測定方法であり、自動追尾ができない。後者の方法は、自動追尾型として最も一般的なものであり、APC、およびAFCの問題が重要となる。以後、後者のみについて考える。

3-1-1 自動位相追尾

オメガ送信局1局についてみれば、10秒のくり返しで約1秒間のみ送信をする。残りの約9秒間については、送信は停止する。

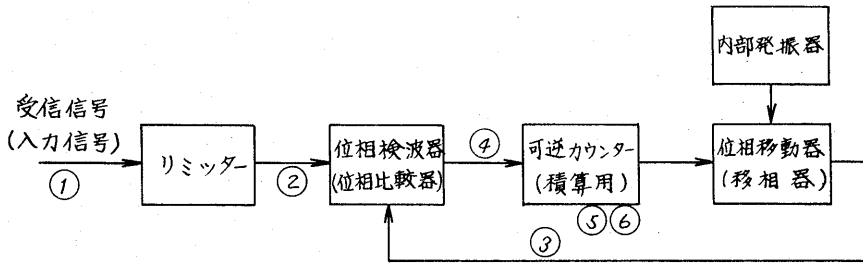
このため記憶的動作を行なうものの方が有利であり、取り扱いやすい。また位相を測定するものであるから、被同期信号は、受信信号に対し位相がほとんど一致していなければならない。

次に、実際にオメガ受信機に使用できるAPC回路例を示す。APC回路をデジタル回路で実現する時、雑音対策(信号処理)の面から2つの方法に分けることができる。その1つは、受信信号と被同期信号の位相差の量を積算し、その積算結果によって位相移動命令を出す方法で(位相差量積算法と名付ける)、他の方法は、受信信号と被同期信号の位相差が、1周期毎(または半周期毎に)、正か負だけを判定し、その正か負の回数を何周期にもわたり積算して、その積算結果によって、位相移動命令を出す方法(位相差状態積算法と名付ける)である。位相差状態積算法を示したものが第1図である。位相差状態積算法は、信号の1周期に1つの割で情報としてのパルスが与えられるのに対し、位相差量積算法は、1周期に多数のパルスが情報として与えられている。したがって、位相差量積算法の方が、積算量が多いことになる。

ここで注意すべきことは、位相差量積算法では、位相差状態積算法に比べ、等価帯域幅を狭くするためには、可逆カウンター等の最大積算量をたいへん多くする必要がある。

次に位相差状態積算法について述べる。

この回路構成は、第1図の通りであり、動作の各部の



第 1 図

波形を第 2 図に示す。入力信号はクリッパで整形されていて矩形波に変換され位相差検波器 (位相比較器) で位相検波され④の波形になる。位相が一致したと判断されるのは、②と③の位相が一致した時である。すなわち④の波形の狭い方のパルス幅が、ほとんど 0 になった時点である。その時には、⑤にも⑥にもパルスは、現われないか、または、⑤と⑥のパルス数が同じになる。その動作は、③の被同期信号の立上り、立下りで④が立上るか、立下るかによって、②がその時 High であるか、Low であるか、つまり被同期信号が入力信号の位相より進んでいるかどうかを判定し、進んでいれば正、遅れていれば負の信号 (一致ならば、何も出ない) が、位相検波器から出るようになっている。そして、この進・遅一致の情報 (正負パルス) を積算用の可逆カウンタに入れて、何周期にもわたって積算した結果によって、

位相移動命令が出ると、位相差量積算法と同様、可逆カウンタの計数値をゼロに帰させて、位相移動した後、前動作をくり返させるようになっている。

最大積算量、すなわち、可逆カウンタの最大計数値が大きければ大きいほど、雑音等による誤動作は、少なくなる。

最大積算量が同じであれば、位相差状態積算法は、位相差量積算法より等価帯域幅が必然的に狭くなる。

位相差状態積算法の理論解析からの結果について記述する。可逆カウンタの最大積算量を N 、1 回の位相移動命令での位相移動量を $\Delta\theta$ 、その局の送信継続時間を $S_0 \cdots$ 、そのくり返し周期を S とする。 ($S=10 \text{ sec}$) また、受信信号周期を T 、その周波数を f 、速度によるドップラシフトによって、 f から Δf だけ周波数がずれるとすると、積算用可逆カウンタの等価帯域幅 Δf_B は

$$\Delta f_B \div \frac{1}{4NT} \quad (1)$$

となる。追尾可能速度 V_{MAX} のドップラシフト周波数 Δf は、

$$|\Delta f| < \frac{S_0}{S} \cdot \frac{\Delta\theta}{2\pi NT} \quad (2)$$

となる。ドップラシフトは速度 V 、光速 C とすると、

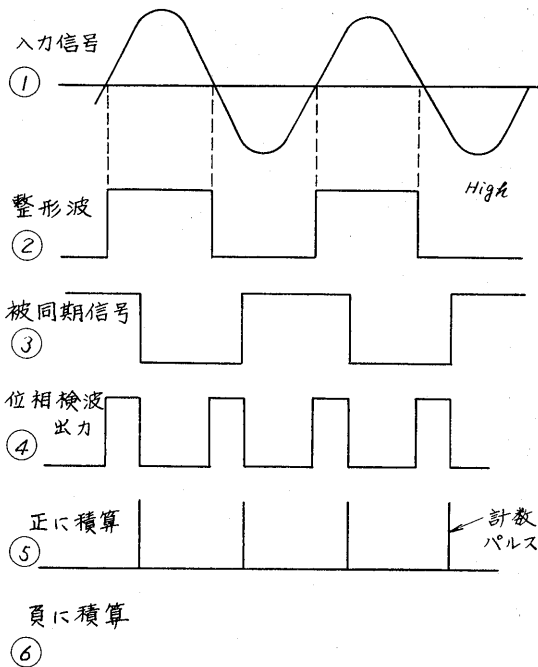
$$\Delta f = \frac{V}{C} \cdot f \quad (3)$$

として表わされるから、

$$V_{\text{MAX}} = \frac{C}{f} \cdot \frac{S_0}{S} \cdot \frac{\Delta\theta}{2\pi NT} = \frac{\Delta\theta CS_0}{2\pi NS} \quad (4)$$

となる。

また、位相差状態積算法では、雑音状態 (S/N 比) によって等価帯域幅、追尾可能速度が異なる。雑音の介入による理論的取扱いでは、ある位相差量を超える時間率統計としての取扱いが行なわれる。よって受信信号と、被同期信号の位相差量によって、等価帯域幅が異なり、位相差が大きいほど、上記の式 (1) に近いものとなり、位相差が小さいほど、帯域幅は、式 (1) よりも狭いものとなる。これは、 S/N に関しても言え、 S/N 比が低い



第 2 図

ほど、式 (1) より狭いものとなる。ゆえに、等価帯域幅 Δf_B は、 S/N 比と、受信信号と、被同期信号の位相差との関数として表わされる。位相差 θ での時間率を T_θ (ある S/N の下で) とすると Δf_B は、

$$\Delta f_B = \frac{1}{4NT} T_\theta \quad (5)$$

として表わされる。ただし、 T_θ は θ と S/N の関数である。また追尾可能速度も、

$$|Af| < \frac{S_0}{S} \cdot \frac{\Delta\theta}{2\pi NT} T_\theta \quad (6)$$

$$V_{\text{MAX}} = \frac{\Delta\theta CS_0}{2\pi NTS} T_\theta \quad (7)$$

となると考えられる。ただし、 $0 \leq T_\theta \leq 1$ である。

T_θ は雑音がガウス性雑音、 S/N を S_N とし、位相差を θ とすると、

$$T_\theta = \frac{\int_0^\theta d\theta \int_0^\infty R \exp(-R^2/2 - S_N + \sqrt{2S_N} R \cos \theta) dR}{\int_0^\pi d\theta \int_0^\infty R \exp(-R^2/2 - S_N + \sqrt{2S_N} R \cos \theta) dR} \quad (8)$$

と表わされる。

以上の結果から判るように、雑音対策 (信号処理) の能力を充分にする (例えば、 N を大きくして等価帯域幅 Δf_B を狭める) と追尾可能速度が減少する。高速移動の航空機用等では、この信号処理能力を下げないで、追尾可能速度を上げたい。この可能性を持つのが、速度記憶による位相追尾補正 (AFC) である。次にこの速度記憶による位相補正について述べる。

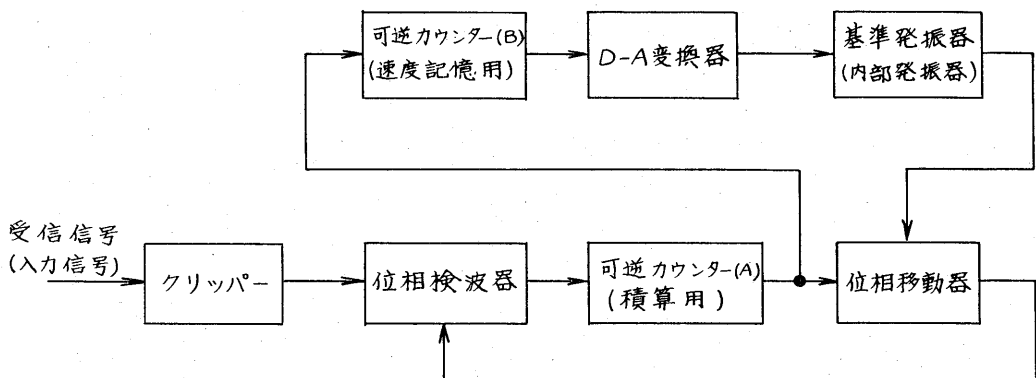
3-1-2 高速度位相追尾

上述の理由より、航空機用オメガ受信機では、APC と同時に AFC も付加されなければならない。また、上述の AFC 付加理由とは別に、次のような利点がある。APC だけの場合、内部発振器 (第 1 図等の) の周波数

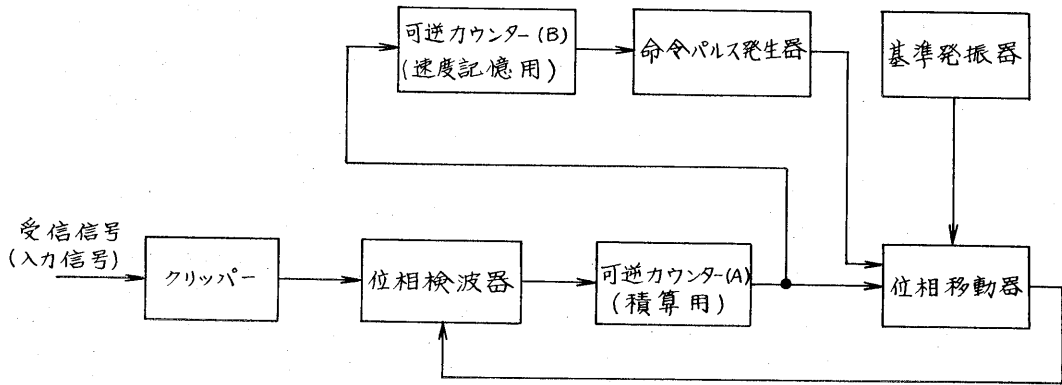
と入力信号の周波数が、違う場合 (オメガ受信機の場合、この差は非常に小さいものにしなければならないが)、オメガ信号の到来するある 1 秒間で、自動的に APC により位相が一致しても、それから 9 秒たって次のオメガ信号が受信された時には、位相が一致していないので、またも APC が位相を一致させるように働く。そして、次の信号到来の時にも、位相の不一致を招く (定位置での観測の時)。これは、位相差計数に誤差を招く。なぜなら、位相差計数は、APC で位相が一致した時に行なうのではなく、これとは時間を異にする状態で行なわれ、位相差計数を行なう時間までに、受信信号の位相と被同期信号の位相がずれてしまっているからである。ゆえに、AFC を付加することは、内部発振器の周波数を、等価的に入力信号 (オメガ信号) の周波数に自動的に、一致させることに役立つ。この動作を言い換えると、受信時間と受信時間の間を補間しているようにも考えられ、一定速度で移動している時は、位相差の計数値は、信号到来時の位相差を表わしているのではなく、正しく位相差計数を行なった時の位相差を表わしている。

AFC の方法には 2 つの方法があり、特性が少々異なる。第 1 の方法は、第 3 図のように、位相移動命令を記憶用の可逆カウンタに入れて、その積算量 (速度記憶) を D-A 変換器でアナログ電圧に変換し、この電圧により、基準発振器 (内部発振器) の周波数を制限する方法である (基準発振可変型)。第 2 の方法は、第 4 図のように、D-A 変換を行わず、速読記憶の計数値とより、位相移動命令パルスを発生させ、常時このパルスで、APC とは別に、位相補正用として、位相移動器で位相移動を行なう方法である (位相補正型)。

ここで AFC が、速度記憶および位相移動の補正を、どのように行なうかについて述べる。受信信号と被同期信号の周波数が、ドプラー効果または、基準発振器の周波数ずれによって異なっている場合、APC だけでは、1



第 3 図



第 4 図

度位相移動命令によって位相を一致させても、次のくり返し（その送信局の次のオメガ信号の到来時）では、またも位相が、相異なっていて、毎回のくり返して位相移動命令が必ず出る。AFC を付加すると、この位相移動命令を可逆カウンタで計数して、その位相移動命令数を記憶し、その計数値によって、常時位相の補正を行なうことができるから、次のくり返しでは、すでに AFC の動作により、位相が一致させられており、APC からの移動命令を必要としなくなる。つまり、すでに位相が一致しているから、APC は、移動命令を出す必要がないのである。もしこの定常状態から速度が変化し、ドブラーシフトにより受信周波数が変わった場合、その変化分だけが APC で感知され、位相の校正され、それを AFC が記憶して、変化した分だけの位相補正が速度記憶に追加されて、次の定常状態に入ることができる。

次に位相補正型のものについて述べる。

位相補正型は第 4 図の構成である。

位相補正型の動作は、位相移動器で速度記憶による位相補正を行なうことにより、基準発振可変型と同様な動作を行なわせているので、基準発振可変型の動作とあまり変わらない。異なっている点は、ドブラー効果等が大きくなり、受信信号周波数が、オメガ送信周波数より大きく異なると、被同期信号（位相補正がおこなわれても周波数に変化はない）と、受信信号の周波数の差が大きくなって、位相検波器および、積算器で動作ができなくなり、(式 (2) $|4f|$ が $S_0/S \times \Delta\theta/2\pi NT$ より大きくなって) 追尾が不可能となり得る。位相補正型は、単に APC の位相移動を助けるだけで、位相補正型 AFC は、APC の動作範囲にとどまる。単なる APC と位相補正型 AFC の付加したものとの差異は、後者は $4f$ が

$$|4f| < \frac{\theta \Delta}{2\pi NT} \quad (9)$$

追尾可能速度 V_{MAX} が

$$V_{MAX} = \frac{\Delta\theta}{2\pi N} C \quad (10)$$

となり、 S_0/S に無関係となることである。つまり位相補型 APC の付加による追尾可能速度の伸びは、 S/S_0 倍になることになる。 S/S_0 は、オメガシステムの場合、最小が、約 8 程度であるから、APC だけの時より 8 倍の速度まで追尾可能となる。

4. 追尾実験（シュミレータによる）

航空機と用オメガ受信機の追尾可能速度および速度を第 5 図に示すような構成により実験した。

航空機用オメガ受信機は写真第 1 に示す。この受信機は、前節に述べた速度記憶による位相補正が行なわれるように構成されている。

移動速度を時間的に直線性を保って変化させる（加速度一定として速度変化させる）ため、スイープ電圧発生器（ファンクション発振器等による）でスイープ電圧をオメガシミュレータに与えて、オメガシミュレータ内部にある電圧制御発振器（電圧を周波数に変換で）速度に対応するドブラーシフト周波数 $4f$ を発生するようになっている。この実験では、加速度と S/N とをかえて、追尾可能な速度および最大加速度を求める。

4-1 実験結果

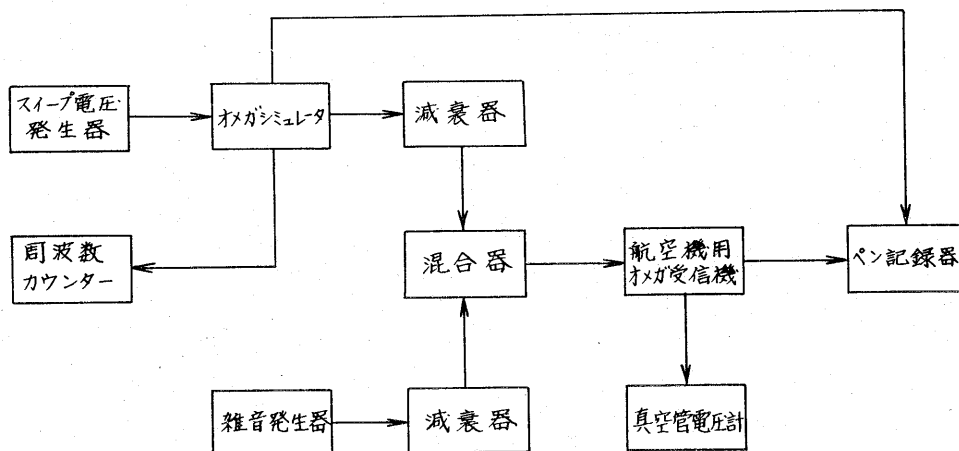
ペン記録器の記録結果を、写真第 2～3 に示す。記録スピードは、6 cm/min であり、レンジは 1 目盛が 1 センチレーン（5 目盛で 1 cm であるので、5 センチレーン/cm になる）になっている。

記録は、航空機用オメガ受信機およびシミュレータ共、約 2 秒間隙に出力が出される。そのために記録は、階段的になっている。

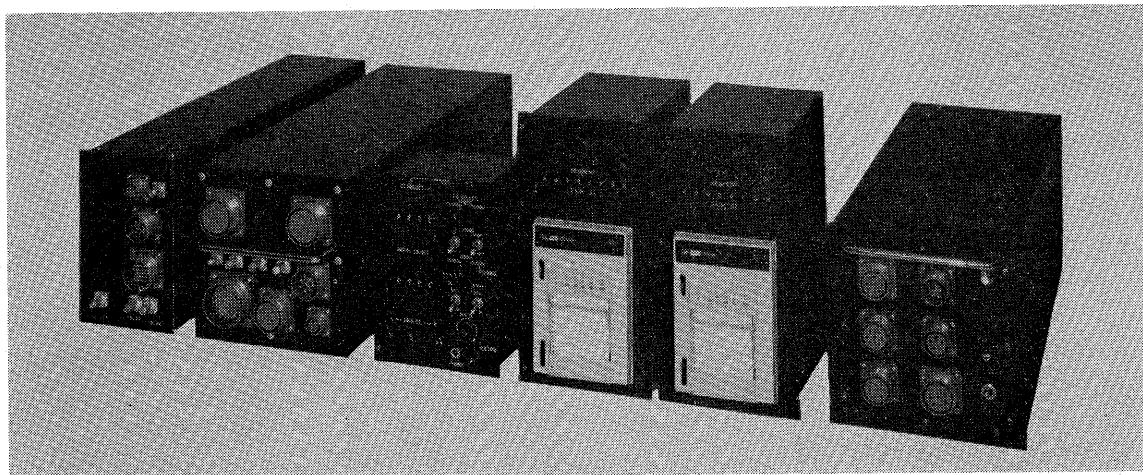
実験 1: 写真第 2 の DATA-1

S/N : 0 dB

加速度: 周波数カウンタは、1 秒ごとにカウントさ



第 5 図



写真第 1

れる。このデータを取る時、加速開始スイッチを ON にした 1 秒後の周波数カウンターは、すでにマッハ 2 に相当する周波数を示していた。

- 加速度は最大であるが、追尾は行なっている。スタート後約 30 秒までは、遅れが見られるが、スタート後約 1 分 30 秒ほどで、加速度追尾を終了し、定速追尾（マッハ 2 程度）状態に入っている。

実験 2: 写真第 2 の DATA-2

S/N : -10 dB

加速度: $5 \text{ m/sec}^2 \approx 0.5 \text{ g}$ (重力加速度)

- スタート後約 1 分間は、遅れが少く見られるが、その後は、最大速度マッハ 2 に充分追尾している。

実験 3: 写真第 2 の DATA-2

S/N : -10 dB

加速度: $11 \text{ m/sec}^2 \approx 1.1 \text{ g}$ (重力加速度)

- スタート後約 30 秒までは、遅れながらも追尾を行なっていたが、30 秒ぐらいのところで遅れが約 30 センチレーン程度となり追尾不能となっている。

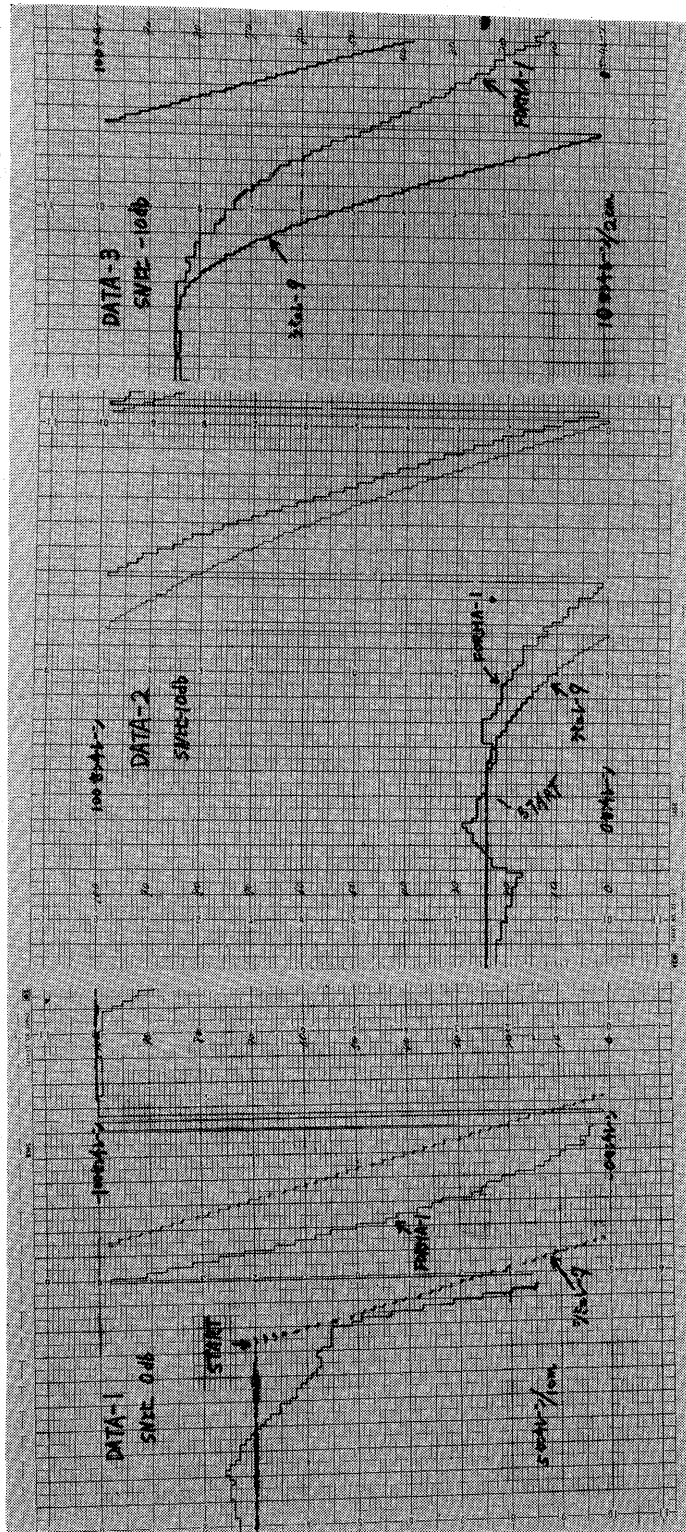
実験 4: 写真第 3 の DATA-4

S/N : -20 dB

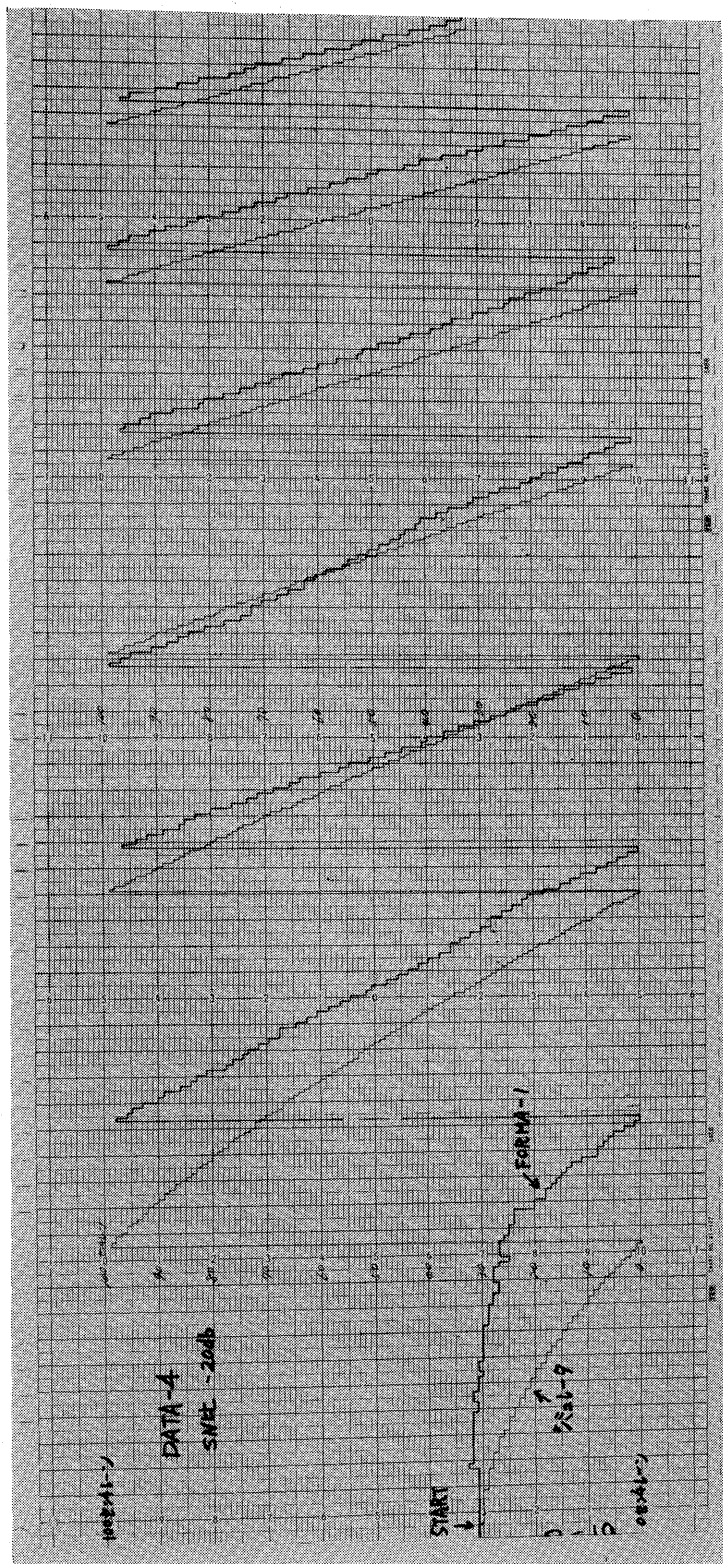
加速度: $2 \text{ m/sec}^2 \approx 0.2 \text{ g}$

- かなり時間的なずれが最初の間は見られる。そして約 4 分後には同じ値を示すまで復帰しているが、その慣性でその後少く進んだり遅れたりしながらも追尾している。

b) 実験結果について



写真第 2



写真第 3

以上の実験より、追尾可能最大加速度と S/N との関係は、第1表ようになる。

第1表

S/N	最大追尾可能速度
0 dB	約 $4g$ まで
-10 dB	$0.6 \sim 0.8g$ まで
-20 dB	$0.2g$ まで

ただし g : 重力加速度 $= 9.8 \text{ m/sec}^2$

速度に対する追尾能力は、 $S/N-20 \text{ dB}$ でマッハ2まで追尾出来、また加速度に対しては、 $4g$ (g : 重力加速度) 程度でも追尾可能であるが、 S/N 低下により、上記の性能、特に加速度に対する追尾能力の低下は大きくなる。

シミュレータをマッハ2の移動速度から、急激に停止した場合、停止したという事を受信機が、感知するのは、最大10度ほどかかり、その間は、前の情報により移動が行なわれるので、受信機の方が、前に出過ぎる事がある。その後も、逆にもどって行く傾向をくり返し、これを、ハンティング現象という。これは、最大追尾加速度により決まる。したがって、この現象を少なくするためには加速度記憶による補正位相も考える必要があるようだが加速度の検出をオメガ信号から検出するのでは、

加速度の検出に時間が必要で、ある程度このような現象が残ることが予想される。

周期10秒毎に情報を得るオメガ航法システムは、航空機の数度に関して、無視できない時間間隔をもっている。そこで精度を低下させずに、しかも高速性に合った受信機システムを作るために、この速度追尾性能は、重要であり、この実験による追尾速度、および最大追尾可能加速度性能は、充分に、速度記憶装置の有用性を示していると考えられる。

5. 結 言

本研究の航空機用オメガ受信機の性能は、 $S/N 0 \text{ dB}$ で加速度 $4g$ (g は 9.8 m/sec^2) まで追尾可能で、追尾速度はマッハ2まで追尾することを確認している(追尾最高速度は、実験装置が、マッハ2以上にならないため確認していない。以下同じ)。 $S/N-10 \text{ dB}$ では、加速度 $0.6 \sim 0.8g$ まで追尾可能で、速度はマッハ2まで追尾を確認している。 $S/N-20 \text{ dB}$ では、加速度 $0.2g$ まで追尾可能で、速度は上に同じである。なお、受信実験においても、A-C ペアへの受信が確実に行なわれ、受信機の性能および充分であることを確認している。しかし、航空機と搭載による受信実験は、行なっていないので、実際上の追尾性能の検討、および評価は、行なえないが、本研究の初期の目的は、達成されている。

航法システムから見たオメガ受信機設計上の諸問題

——システムから見たオメガ受信機必要条件の検討と
それに合致する受信機の1例の紹介——

*沖電気工業株式会社

飯 塚 康 雄

Study on Optimum Performance of the OMEGA Receiver on Hybrid Navigation System

*Oki Electric Industry Co., Ltd.

Yasuo IIZUKA

Abstract

The paper describes the brief introduction of the marine OMEGA receiver performance as is used for the radio position fix sensor of the hybrid navigation system.

Major items are as follows;

What is the performance of the hybrid navigation system?

What are design criteria of the receiver as used for the system component?

How do they apply to the Oki's marine OMEGA receiver design?

1. 概 要

航法装置と云う名の機器は古くより研究開発され、あるものは光を、あるものは音波を、そしてあるものは電波を利用して種々の形式のものが製品化されている。

これらの各種の装置はそれぞれの歴史と特質を持っており、使用目的に応じて評価改良され、現用されているが、移動体の種類、運航海域等の条件によって利用されるシステムが選定されているのが現状である。

更に航法と云うものが一種の技術であり、人間の判断または能力に頼り、各種の機材を使いこなすという形で発達して来たので、人間の感知機能の一部と云うような形で、統一のない機能のものが多く見られた。

所が最近に至って、船舶、航空機等の移動体が巨大化、高速化され、運航作業が複雑となり、人間の処理能

力を超える場合もあり、更に単純な繰返し作業から人間を解放し、より高度の判断作業に従事させる必要が生じ、急速に航法のシステム化が要求されるようになった。

このような周囲状況から、諸外国および我国に於てもシステム化の動きが活発となり、データ処理機器の普及がこれに拍車をかけ、急速に航法システムが開発されている。この状況に対応するため航法システムの端末となるセンサについても、従来のように単体として充分性能を発揮するばかりでなく、システムの一要素として適合するものである必要がある。

そこで我々はオメガ受信機を対象にとり上げ、システムとしての見方から種々検討を進め、開発を実施したので、その大要を報告する。

オメガシステムは米運輸省の Department of Transportation National Plan for Navigation (AD-706-965) に於ても述べられている如く、NNSS と並んで大洋航行援助施設の主流と目されているので、今後のシステム化航法設備を検討する際、必要不可欠のものであると考えらる。

2. 基本的考え方

システムの一要素に適合するため、航法センサに要求される基本的事項は次のとおりであると考えらる。

- i) システムスケールに応じ、システムに与えられた信頼度を満足するため、与えられた信頼度配分値を充分満足すること。
- ii) 処理機構が要求する際、直ちに必要データを提供

- し得るよう完全連続動作が可能であること。
- iii) システムの要求精度を満足し、起り得る誤差分布の予測が可能であること。(他の航法センサと組合わせ、適切なフィルタリングを行なうため絶対必要条件である。)
 - iv) 完全自動化を原則とし、かつセットアップが極めて容易であること。(システムのオペレータは単体のセンサのエキスパートであり得ないので必要。)
 - v) 測定データの出力インターフェースが完備していること。
 - vi) 外乱を受け難く、かつ外乱を受けた際のレスポンスが、予測し得るものであること。
 - vii) 移動体の予測し得るあらゆる運動に対して、システムから要求されるデータサンプリングレート上無視出来る程度の応答特性を有すること。(フィルタリングを適切に行うための必要条件)
 - viii) 測定データはその信頼度を高めるため、必要データ以外に冗長性を持たせ Confirmation が可能であること。
 - viii) 単体の航海計器としても充分な性能を有し、処理システムのオーバーフローまたはダウン時には、非熟練者にてても容易に操作できること。

3. 航法システムの概要

航法システムのセンサの詳細検討に先立って、諸外国等で実施されている方式、我々が過開発し、また現在

開発中の方式等の大要を検討し具体的なハードウェアに対する要求事項を固めた。

本稿に於ても記述の順序として、システムの概要につき記述する。

これらのシステムは、何れも他の推測航法等のエイドと組合わせたハイブリッド方式で、適合性あるフィルタリングを行うことにより信頼度の高い位置情報を得るものである。

米国で実施された1つの事例とした、ロッキード社製造の巨大輸送機 C-5 GALAXIE に応用されたハイブリッド航法システムを図 3.1 に示す。

この方式はノースロップ社電子事業部にて開発されたもので、エアデータ (CADC)、慣性航法 (IMU)、ドップラレーダおよび電波航法等をセンサとするもので、電波航法は採用機種未定のためプロビジョン項目となっているが、システムとしてはすべてのセンサを考慮し設計されている。

基本的思想としては、慣性航法を基本要素とし、これにドップラレーダおよび電波航法(オメガまたはロラン)の情報を加え、これらの情報がサンプルされる毎にカルマンフィルタ系のループを閉じ、慣性航法センサのドリフトを補償し最も確からしい位置を求めるものである。

なおこの処理の際、予め各センサの予測し得る誤差傾向を予め記憶しておき、適確なフィルタリングを行うよう設計されている。

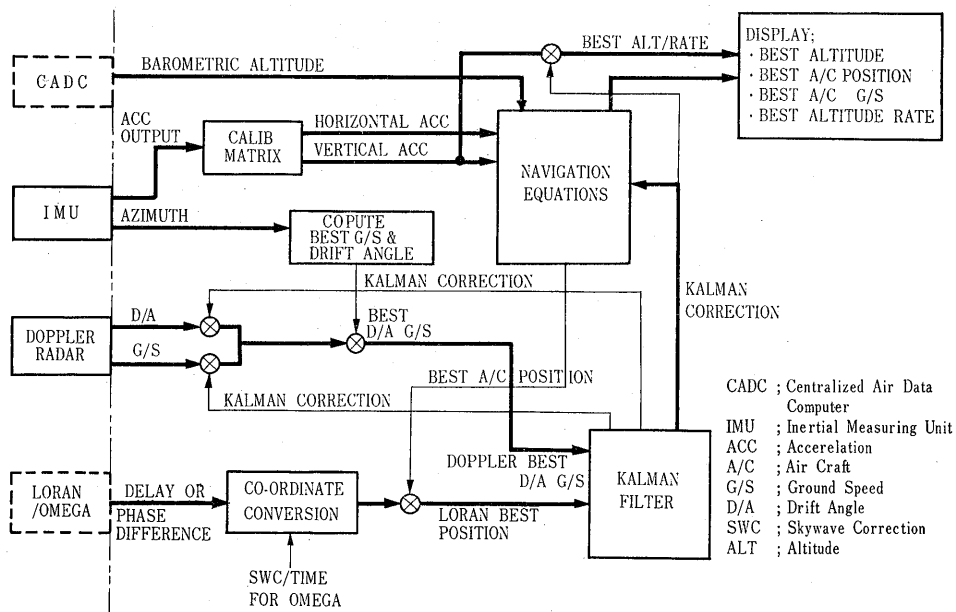


図 3.1 C-5 GALAXIE のハイブリッド航法システム

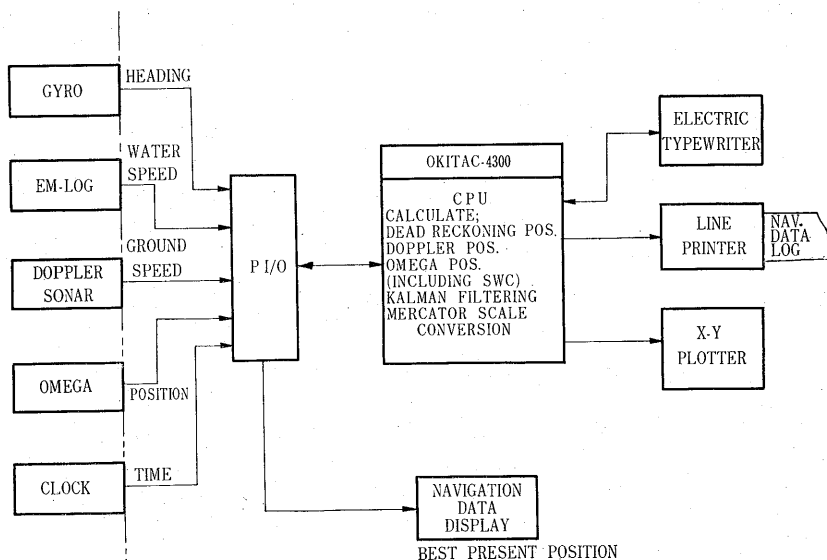


図 3.2 ハイブリッド航法システム

図 3.2 に示すものは我々が電波航法単体の処理方式を開発完了し、現在これの発展として船舶用ハイブリッドシステムとして開発を進めているもので、オメガを電波航法センサとし、ジャイロ/EM ログ、ドブラソナを推測航法センサとして利用するものである。

この中でドブラソナは開発の歴史が浅いので、その予測誤差の性質が余り解明されていないが、現在迄に得られたデータでの予想では、電波航法のガウス性分布誤差との組合せでかなり良好なフィルタリング効果が得られるようである。

この方式の基本動作としては、推測航法センサによる DRPC 出力を電波航法によりフィルタリング補正し、常に正しい位置を求めるもので、見掛上の測位精度は向上しないが、位置の信頼性が著しく向上されるものである。これらのシステムに対する電波航法センサとしては、必要な精度を持ち、グローバルカバレッジを有するオメガまたは NNSS が適当である。

この中で NNSS はその精度の点で優れているので単体センサとしては極めて利点が多いが誤差分布の予測が難しい点およびサンプリング間隔が長く、フィルタリング系のループを閉じる間隔が長くなる欠点があるので、差し当りハイブリッドシステムのセンサとしてはオメガが適当であろう。(経済性を無視した理論的な考えでは、NNSS—オメガ—推測航法の組合せが理想的である)。

4. システム構成要素としてのオメガ受信機の機能の検討

4.1 要 旨

以上記述した要件に従って、システム構成要素としてのオメガ受信機の具備条件を検討する。

この検討の際、受信機としてはシステムのみに利用できるものではなく、単体としても勿論充分な機能を有する事を前提としている。

4.2 信頼度の保証

信頼度の保証に関しては、設計時 EMEA (Failure Mode Effect Analysis), WCA (Worst Case Analysis) 等の信頼度手法を充分に駆使し、かつ部品、中間工程、完成品レベルでの充分な検査、モジュールおよび完成品レベルでの適切な信頼性試験を実施する事は特記する迄もない事である。しかし経済性を無視し信頼度のみを追求しても製品は成り立たないので、適切なコストで目的を達するため、他機種で多数の実績ある部品の利用、予防保守が容易で MTTR の短い方式の設計、適切なデバグgingテスト等の手段で妥当なコストに収める方法を確立した。

具体的な信頼度の要求値としては観測目的の人工衛星の実例として 0.75 程度の値があり、これより考えてこの種航法システムとして 0.7 程度の値が妥当と考えられる。この値から単一推測航法、単一電波航法の組合せのシステム基本型について計算すると、電波航法すなわちオメガに要求される MTBF > 1500H と云う値となる。

4.3 連続動作の実施

システムの要求する時機に適切に情報を供給するためには、受信機は完全な連続動作をする必要がある。

このため受信機としてはセグメント同期が少くとも一航海無調整で保持される必要があり、外乱等の外部条件

に対しても充分なプロテクションが施されていないければならない。

このためには、標準発振器の周波数安定度として、 $5 \times 10^{-8}/\text{day}$ 程度が妥当である。この根拠は以下のとおりである。すなわち送信局の安定度 $\pm 2 \times 10^{-11}/\text{day}$ と上記標準発振器との間に生ずる Accumulated Phase Error が 30 日間で 0.1 秒と計算される。30 日間と云う事は通常の航海では 4,000~8,000 N.M. の航程となり、この際にはもはや局のサービスエリアを超え他のオメガ局に対し受信機を再設定する必要があるので、この安定度にて必要かつ充分の値であると考ええる。

基準発振器の安定度は高ければ高い程良いが、過剰品質とならないために、上記の値が妥当と考える。

4.4 精度および誤差分布の予測

受信機の精度としては、空間波予測値の補整 (SWC) の精度から現状では ± 3.5 CEC (95% 確率) (CEC; センチサイクル=位相差 $2\pi/100$) で充分であるが、米海軍研究所その他の電離層観測計画によれば数年中に 0.3 N.M. のオーダー迄 rms 予測値が求められる予想なので、LOP 交差角度、雑音分布その他を考慮してノイズフリー状態での Repeatability ± 0.3 CEC rms 程度が妥当と考えられる。

またこの値は将来狭水域で使用が予想されるディフレーションシャルオメガ/マイクロオメガを考慮しても妥当な値である。

しかしながら、En-Route にて使用する汎用機としては表示する最小ディジット値として、 ± 1 CEC にて充分である。

誤差分布の予測はカルマンフィルタ等のデータフィルタリングを行う際、特に本目的のように間接フィルタを行う際の必須条件であるが、本来ガウス性に近似する此種データに対しては、適切な実効帯域幅および帯域特性を有するトラッキングフィルタを設計する必要がある。

4.5 完全自動化

オメガ受信機は通常局選択以外は完全自動化を行う事が原則であるが、設計上如何にそのようになっているても、実用上不安定要素があっては何ものならない。

予測される完全自動化を阻む要因としては次のようなものがある。

- i) SID (電離層擾乱)、空電、混信、コヒーレント雑音等の電波的要因による誤差、動作不良、レーン喪失。
- ii) 船体運動、外部要因等によるレーンスリップ。
- iii) 電源の瞬断、停電による誤動作。
- iv) 発振器累積誤差によるセグメント同期の狂い。
- v) 受信レベルの予測出来ない大幅な変動。

以上に対する具体的処置としては次の如きものを検討した。

先ず電波要因に関する対策としてはトラッキングフィルタ等位相差計測系の厳密な伝達関数設定を行い、適切な平滑化により非コヒーレント雑音に関しては所要値の数倍の動作マージンが得られるよう考慮した。

コヒーレント雑音 (主として電源) に関しては内部要因による発生を特殊電源の設計により根本的に排除し、外部よりの誘導に関しては徹底したバランス系の採用で除去するよう考えた。次にレーンカウント値の誤差に対しては通常多周波受信によるブロードレーン測定による事が通常であるが、これはデータ処理系またはオペレータに不必要な負担をかけるばかりでなく、正確な Running Fix を要するため却って誤りを犯しやすい欠点がある。また多周波同時測定によればこの欠点は是正されるが、ハードウェアが増加し経済的負担の点で望ましくない。そこで我々は、外乱、船体運動等の考え得るあらゆるステップ性、ランプ性入力性の性質を分析し、入力性の性質または状態に能動的にตอบสนองする伝達関数を有する計測系を利用する事によって、レーンスリップの確率を極度に減少する方法を採用した。しかしこれでも SID あるいは局の故障が、船速に対し無視出来ない時間継続した際にはレーンスリップを発生するのでこの際はソフトウェア上で過去の航跡からの推測値で補正するよう考慮した。

以上の手段を講じてあるので通常航行には単一周波受信で充分である。しかし異常受信状態に対するバックアップとして、念のため手動切換多周波受信方式を採用してある。

次に電源の瞬断、停電対策としてはバックアップの電池を内蔵する事とし、瞬断または停電時に瞬時に自動切換を可能にした。電池の利用可能時間としては英国の統計により中大型船の停電の 95% が 10 分以内であるとのデータから経済性を考え 10 分間に設定するのが妥当と考えられる。

発振器累積誤差については 4.2 を参照されたい。

次に実用上受信レベルの変動による誤差発生または誤動作を防止する事が重要な要件となるか、最小受信可能レベルおよび最大入力レベルは実用上充分なマージンが必要である。最小受信可能レベルとしては、マルチパス誤差を考えた算出値 (E. SWANSON et al の式による) として、10.2 kHz の最悪値約 $15 \text{ dB}\mu\text{V/m}$ (マルチパスレベル比 5 dB, 誤差 10 CEC) であり、通常使用される 4m ホイップアンテナに於ての受信機入力は、 $-25 \text{ dB}\mu\text{V}$ と考える必要がある。

(なおこの値はフィード長の増大、マルチモードフェー

ディング等の効果を考え若干マージンを見る必要がある。)。

最大入力レベルとしては1次モードが有効に利用出来る距離に於て13.6kHzの電界強度(ふく射電力10kWとして)は95dB μ V/mと算定されるので、マージンを見込んだダイナミックレンジとして約100dBが必要である。(関連事項4.6項参照)

4.6 出力インターフェースの完備

システムの素子として考えた際、予想されるあらゆる出力のインターフェースが完備していることが必要である。現在考えられるものは次の通りである。

- i) 処理装置入力; 局名, No. of Lane, Percent Lane
- ii) デジタルプリンタ入力; 局名, No. of Lane, Percent Lane
- iii) アナログコースレコーダ入力; Percent Lane (アナログ)

4.7 適切な応答特性の具備

オメガ電波の受信条件は、別項記載の如く超長距離伝播の悪条件の場合が多く、しかもトラッキングフィルタ(位相ロックループ)が実効帯域幅狭化のため長時定数となっているので、船体運動その他外部要因により応答が乱される事を充分注意しなければならない。

受信系には通常ハードリミッタ形式を用い、非コヒーレント雑音に耐抗性を持たせる事は常識であるが、この系の伝達関数を厳密に設定し、異常過大入力により基本的動作が乱されないよう充分注意しなければならない。

このための具体策としては、米海軍その他の数多くの実験結果により、受信ダイナミックレンジを信号レベル範囲から要求される所要量に対し10~20dBマージンをとる事が大きな効果があるとされている。

我々の実験に於てもこの事が裏付けられたので、4.4項記載の如くこのマージンを見込んでダイナミックレンジを100dBと設定した。

次に船体運動その他に対する応答としては、通常船体はカルマン直接フィルタの応用出来ない程電波位相的に複雑な動きをするので、米海軍電子研究所その他の公表文献にある単純な時定数100秒程度の常識的な位相ロックループではかなりの頻度でドループ誤差、オーバーシュート等の過渡特性を生じ満足な結果は得られない。そこで各種の条件のランプ性、ステップ性の入力に対する応答を厳密に測定し設計する必要がある。(本件は一概に数値的表現は困難であり本稿の目的から外れるので別稿に譲ることとする。)

4.8 測定データの形式

船位を求めると云う点から考えれば、測定データとしては2-LOPが必要充分条件である。

そしてあらゆる条件が理想的であれば、2-LOP以上の何物も必要とせず、しかもオメガの特質である長基線長の点から双曲線LOPの発散が少いので他の場合のように多数のLOPでコックドハットを形成しその中心値を求めると云う手続もあまり重要ではない。

所が実用上の問題を考えると、電離層条件その他の天然現象、送信局の利用不能時間、ロングパスの干渉、電界強度の変動等の各種原因で低頻度であるにしても2-LOPのみで大きな誤差を発生するおそれがある。

これはステップ的変動に関してはフィルタリングで除く事が出来るが、長時間連続した変化を除くことは難しい。以上の理由から理想的には受信追尾する局4~5局に対し4-LOP程度が望ましいが、実用上経済性を考え、2LOP+Confirmation用1LOP=3LOP表示が妥当と思われる。

4.9 初期セットアップの方式

オメガ受信機のセットアップの諸元としては良く知られているように、送信シーケンスに対するセグメント同期とレーンカウン트의イニシャル値の設定が2つの大きな要素である。

オメガ受信機はロランA/Cと基本的に異り、イニシャルセットアップ以外はほとんど人手を要さないのが特徴であるので、オペレータの労力を要しない反面、かなり長期間使用してもオペレータの受信機に対する熟練度は向上しない。従って極めて操作頻度は少いとはいえ、操作は出来るだけ明瞭で簡易なものにしなければならない。

先ずセグメント同期に関しては、送信シーケンスと送信バースト(約1秒の送信信号)の幅を利用し、デジタル相関により完全自動化が可能であるが、極めて長時間を要し、また処理装置のソフトウェアの負担が大きくなるので一般目的に経済的ではない。

そこで現在国内外で検討または実施されている方法としては次の如きものがある。

- i) 聴音により電波バーストを検知し手動同期する方法。
- ii) 電波バーストの聴音により概略同期し、その後はバーストエンベロープを検知し自動同期する方法。
- iii) 複数のストローブサンブラにより特定エンベロープを検出、同期する方法。
- iv) 時報または標準電波等を利用する方法。
- v) バーストエンベロープを検知し初期自動設定のみを行う方法。

以上の中でi)の方法およびiv)の方法は最もポピュラーであり、現在国内外の各種受信機のほとんどがこの方式である。

この方法は雑音が多く電界強度の強い地域では有効である。しかし従来のリニア系受信機のように必要に応じ受信機の利得を調整し聞きやすいように出来る際は充分使用できるが、最近の高精度ハードリミッタ形式の受信機では常に最大利得で動作しているわけで、聴音には極めて不利となっている。従って高雑音領域では精度の余り期待出来ない iv) の方法に頼らざるを得ない事が多い。

次に ii) の方法は米海軍研究所その他で検討された報告があるが、ハードリミッタ受信機は本質的にエンベロープ検出に適さないので、誤動作を防ぐためかなりのハードウェアを必要とする。本方式は常に同期をとるので受信機の標準用発振器のエージングレートを自動補正する利点を有するので望ましい方法であるが、その反面常に誤動作を起す危険にさらされているわけで、十分な保護手段が必要である。

しかもオメガシステムの伝送系はエンベロープと云う観点で考えると極めて poor であり、万全を期するためには経済的に問題が多い。

以上の検討から我々は、オメガ電波のバーストトーンを簡易なコリレーション技術で検知する方式を検討し、しかもバースト幅が規定値の間継続した時のみ応答する特定セグメント検出方式を採出した。

この方式は誤動作を避けるためバースト中の異常なドロップアウトその他が起った時はこれをすべて雑音と見なすので、出力を出さず、完全な形で得られた時のみ同期する方法をとっており、聴音にて検出不能の状態でも数十秒以内に同期する事ができる。

なお一度出力が得られた後はどのような入力が入っても動作しないので安全である。

この動作はオペレータのボタン1つでアクチュエートされるものである。

なお、この方式は現在の低減された送信出力で、港湾付近は勿論、市街地のビル街の中でも充分信頼に足る動作を行う事が確かめられている。

次にレーンカウントのイニシャル値の設定に関してはマニュアルイニシエートに勝る方法は考えられないが、出来るだけ簡易化するため、3桁ディジススイッチ等で一挙動にセットする方式が便利と考える。

4.10 単体のオメガ受信機としての性能

前項迄に記述するように、広く一般の自動化船に使用出来る経済性と性能を備えた航法システムに関する限り、単体のオメガ受信機としての機能とシステムのセンサとしての受信機の機能と矛盾するものはなく、システムの一要素として検討しつくされた受信機は単体としてもまた最も優れたものであると云うことができる。

これは一見システム構成として冗長性を持つようにも考えられるが、我々は次の見解から現状で妥当な考え方であると信ずるものである。

i) 軍用または航空用に見られる如く処理系のソフトウェアで受信機能処理するような単能データ処理方式 (Fully Computational Receiver) はコストパフォーマンスの点から一般船舶に直ちに应用されるものとは考えられない。

ii) オメガに限らず、現状では一種類の電波航行援助施設にのみ頼り完全自動航法を行う事は考えられない。たとえばロランのみしか装備していない漁船でも、必ず人間の“カン”または周囲状況の判断、測深等の多種類の情報で無意識のうちにフィルタリングを行っている。

従ってオメガのみにしか利用出来ない単能の計算機の応用は余り意味が無く必ず OMEGA/DOPPLER, OMEGA/GYRO/LOG, OMEGA/INERTIAL 等の形式をとらなければならない。

iii) 現状の一般船舶の使用条件、環境条件から考え、機能の中核が集中された方式は応用され難い。すなわち、処理系がダウンしはも各センサは単独に機能を発揮し、センサの中のどれかがダウンしても他のセンサがバックアップ可能の方式でなければならない。

この方式による方が、高価な高度集中処理システムを並列冗長または待受け冗長等で用いるよりも経済的にはるかに有利であり実用的である。

以上の検討からたとえ多少の無駄は生じてシステムの一要素のオメガ受信機に対する要求と、単体のセンサとしてのオメガ受信機の要求とは全く一致すると考えることが妥当であろう。

5. オメガ受信機の概要

5.1 概 説

以上の検討に基き、単体のセンサとしてもシステム一要素としても充分その機能を発揮する受信機を開発した。

開発に当っては前項迄に記述した基本機能の考え方を充分に煮詰め、受信機の細部にわたるパフォーマンスを詳細に検討し、実験による裏付けを行い細部性能を厳密に設定した。

この上、あえてセナー(株)の御幹旋を受け米ノースロップ社電子事業部と技術援助契約を結び、数次にわたり米国の実情調査および、技術者の派遣により米国技術者と方式および部品に至る迄我々の要求仕様に基く共同設計を行い最終的なハードウェアを開発した。

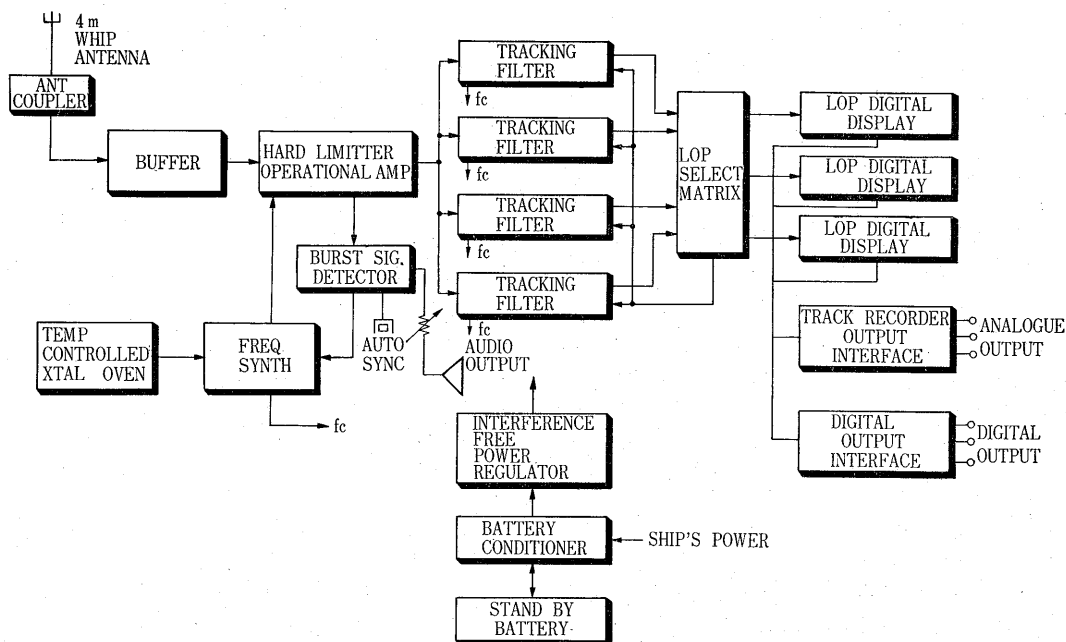


図 5.1 OMEGA V 受信機ブロック図

表 5.1 OMEGA V 受信機主要性能表 (NR-1005 型)

受信周波数	10.2 kHz, 11.33 kHz, 13.6 kHz 切換受信	異常事多周波切換にてレーン識別が可能である。
最小受信入力	0.01 μ	4m 専用ホイップアンテナにてサービスエリア全域で利用出来る利得。
受信形式	ハードリミッタ方式	
ダイナミックレンジ	100 dB	局より利用可能最短距離にて最遠距離の局を受信測定可能な範囲。
追尾方式	指定した4局を完全自動追尾	
同期方式	指定した局に対し自動初期同期し その後は標準発振器の安定度による。	初期設定時、その地点で最も安定と思われる局を選定し、指定するのみにて自動同期し、その後この回路は自動的に切離される。
測位精度	昼間 ± 1 N.M. (r.m.s.) 夜間 ± 2 N.M. (r.m.s.)	SWC の精度向上により近い将来より高精度となる事が予測される。
測定精度	± 1 CEC	将来の SWC 精度向上の際にもこの精度は適用できる。
標準発振器	$\pm 5 \times 10^{-8}$ /day	局の選択指定時に自動同期セットすれば通常航海中再同期不要の性能を設定。
表示	3-LOP デジタル同時表示	レーンカウント3桁、パーセントレーン2桁を3 LOP 分表示する。レーンカウントは一部4桁の区域もあるが、1桁省略しても容易に判別出来るので3桁とした。
出力インターフェース	アナログコースプロッタ用 3ch デジタルプリンタまたは 計算機入力用 3ch	コースプロッタ、デジタルプリンタは標準品をオプションで準備しており、コンネクタ接続のみで使用可能、計算機は目的に応じ用意する。
所要電源	AC 100~120 V, 200~240 V 50~60 kHz コンバータ付加により DC 24 V 可能	
予備電源	停電時内蔵ニッケル、カドミ電池 に自動切換標準使用時間 10 分間	内蔵電池は常時自動的に充電され停電時瞬時に自動切換される。
利用範囲	オメガ送信局より 4,000~8,000 N.M.。通常利用範囲は局の西側 は狭く、東側は広い。	利用範囲は極冠を極切る等特別の場合を除き S/N よりむしろロングパス、ショートパスの干渉で制限される事が多い。
アンテナ	ホイップ形式 4m の専用アンテナ を標準とする。	専用の結合器専門のフィーダを使用する。前項の理由でアンテナ実効高を余り高めても効果は少ない。

この理由は過去8年余、米海軍とメーカー数社が非公開で研究を行なって来た有形無形のノウハウを急速に吸収し、短期間で国際レベルを抜く機器を開発するためであり、更にロランCその他一部で見られたように、オペレーショナルノウハウを完全に消化せず製品化し、ユーザーに試行錯誤をなさしめるような事のないよう留意したためである。

5.1 主要性能

以上の検討で開発した受信機の概略の構成図を図5.1に、そして外観を写真5.1に示す。基本的には3チャンネル受信、4局追尾、3-LOP デジタル表示の形式であって、前項迄に記述した自動同期等すべての機能を有するものである。

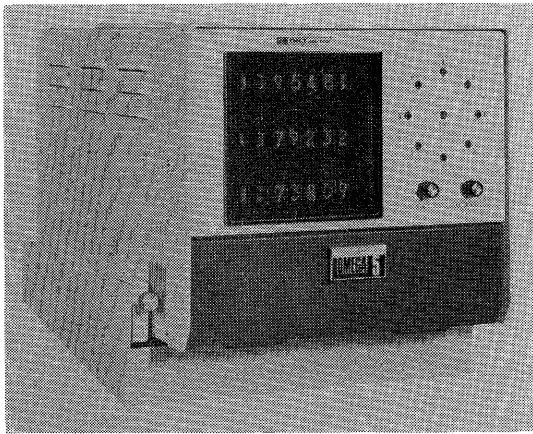


写真 5.1 OMEGA V 受信機の外観

以下表 5.1 に主要性能一覧表を示す。なるこの表の一部に上記各種の要求条件をどのように性能にとり入れたかを併せ記載した。この受信機は表に示すように OMEGA V と呼称するもので、V に至る迄の数種のモデルは我々の社内研究の段階で消え去っているものである。

6. む す び

以上我々が船舶用オメガ受信機を開発した考え方、開発プロセス、および開発結果につきその大要を記述した。

オメガシステムの如き国際協力による巨額の投資により開設される航行援助施設を有効に利用し、普及させるためにはユーザーサイドの受信機を早く、高品質で妥当なコストで供給することが大切な条件である。

本稿の検討結果が、システム運用並びに指導、システムの利用等の分野の方々に多少なりとも御参考になれば幸である。

我々も今後此種検討をより充実し、不当な競争あるいは検討不足に基く不要なモデルチェンジの無い製品寿命の長いローコストで安定した機種を提供することがセットメーカーの使命と考え努力する所存である。

おわりにこの開発に当り種々基本的御指導およびシステム等の貴重な資料提供をいただいた海上保安庁、運輸省電子航法研究所の方々、開発に直接御協力いただいたセナー株式会社、米ノースロップ社電子事業部 Mr. R. Ringle, Mr. M. Turney, Mr. B. Moore, Mr. K. Fujimoto の諸氏に深謝する。



Introduction of New Products

NR01A 形オメガ受信機について

*安立電気株式会社

OMEGA RECEIVER Type NR01A

*ANRITSU ELECTRIC Co., Ltd.

1. はしがき

全世界的な規模で船舶、航空機等の比較的精度の良い位置測定が常時可能なオメガ航法システムについては、すでに単行本もあり、また本会誌をはじめ航法、電子機器関係の雑誌等に最近多くの記事がみられ、あと1年有余でもって本システムもいよいよ実用段階に入ることは周知の通りである。

当社においても、一昨年から主に船舶用を対象としたオメガ航法受信機の開発を行ってきたが、以下に標準機種として開発し、現在北太平洋で実用評価試験を実施中のNR01A形オメガ受信機について、その性能、特長などを簡単にご紹介したい。

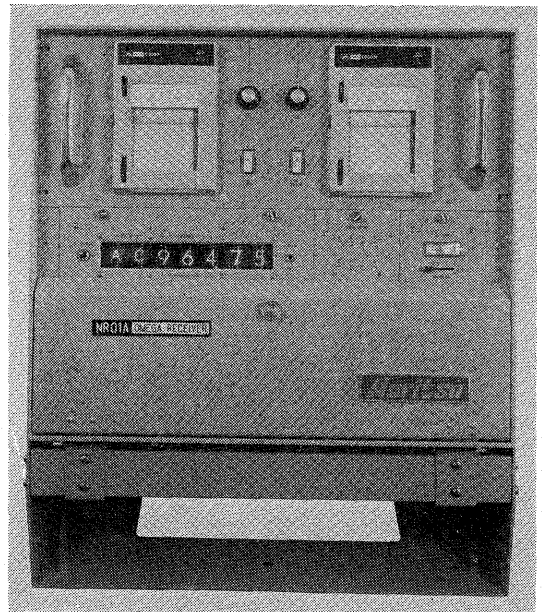
2. 本受信機の特長、性能概要

本機はオメガ航法受信機として必要と思われる機能を殆んどすべて備えた、標準的な機種を目標に設計したものであって回路はもちろんすべて固体化している。

第1図に本受信機の外観を示した。受信部等主要部分はプラグインユニット構造としてあり、また受信周波数切換、セグメント同期、受信対局選択スイッチ等イニシャルセッティング時以外殆んど操作の不必要なものは前面下部フロントカバー内部に取付け、外観および操作面を簡素化している。

本受信機の主な特長は

- (1) LOP (位置線) 3本まで連続自動追尾可能
- (2) 7桁ニキシー管による対局、レーンおよびセンチレーン値の自動切換表示
- (3) アナログチャートレコーダ組込
- (4) ノイズブランカ、アクティブおよびデジタル



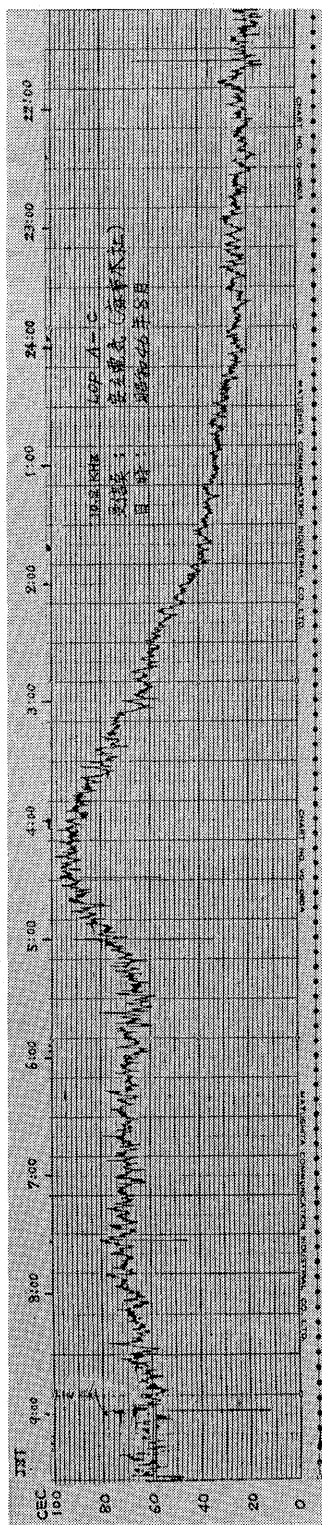
第1図

フィルタ等の採用により空電、雑音に対しても動作安定

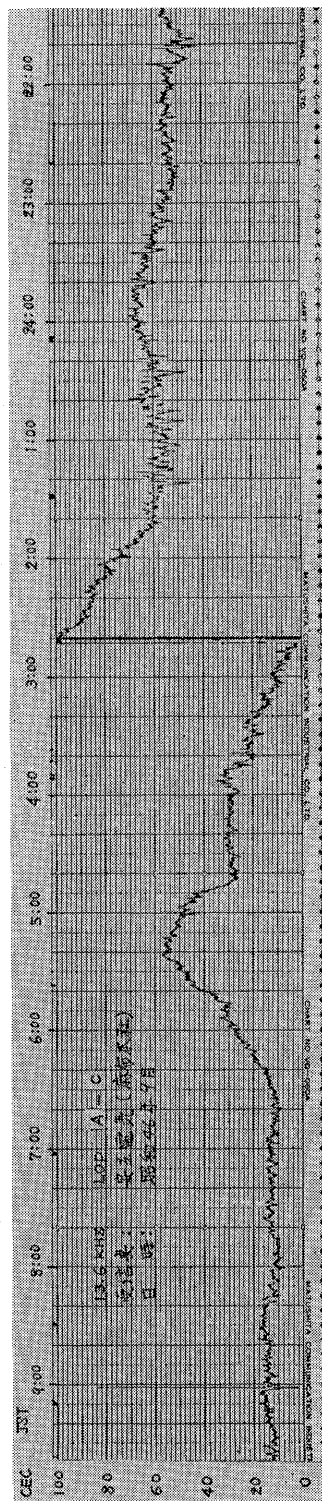
(5) P-P 航法可能

などである。LOP 3本(3-LOP's)の必要性については種々議論のあるところだと思われるが(ここでそれを詳細にふれることは紙数の関係で割愛する),ただ2-LOP'sの場合,その測定位相差が日周変化の激しい不安定な時間帯の値であっても採用せざるを得ず,また比較的位相の安定な昼間伝はん波を受信できる時間帯は対局と船位にもよるが,1日でせいぜい数時間程度であることなどを

* 東京都港区南麻布 4-12-20 (No. 12-20, 4-chome, Minami-azabu, Minato-ku, Tokyo)



(1) 10.2 kHz



(2) 13.6 kHz

第2図 当社 (麻布本社) での受信記録例

第1表 NR01A 形オメガ受信機概要仕様

受信周波数	10.2, 13.6, 11 $\frac{1}{3}$ kHz
感 度	0.01 μ V 以下
ダイナミックレンジ	100 dB
セグメント同期	8個のA~Hセグメント表示発光ダイオードと信号聴音による手動同期0.02秒毎の微調整可能
位相差追尾	送信局4局, 2~3 LOP's 連続自動追尾
測定LOP表示	i) デジタル表示部 7桁ニキシー管による測定 2~3 LOP's (PAIR, LANES, CECS) 自動切換表示 ii) アナログチャートレコーダー部 打点記録式, 紙送速度 36 mm/H 2台組込
位相差計測精度	1 CEC 以内
通常使用電源	AC 100/220V $\pm$ 10%, 50/60 Hz, 100VA 以下
バックアップ電源	DC 24V 外部接続可能
アンテナ	3m ホイップアンテナ (基部アンテナカップラ付)
外形寸法, 重量	425 mm (H) $\times$ 490 mm (W) $\times$ 470 mm (D), 約 35 kg

みても3-Lop'sまでとれる方がより精度の高い位置決定が可能と云える。なお、レーンカウンタ部は電子式(デ

ィジタル計数, 記憶回路)を3組内蔵している。

測定 Lop's の出力はディジタルアナログ並列表示方式とした。ディジタル表示部は1組の PAIR, LANES, CECS 部からなり各 LOP を約 10 秒周期で順次自動的に切換表示する。他方, アナログレコーダは航跡, スピード等の連続記録, またディジタル表示部のバックアップとしても不可欠のものと考えられる。

つぎに, VLF 帯を利用するオメガ受信機にとって重要な性能の1つに対雑音特性があげられるが, 本機は上記の通り種々の新しい回路技術を採用することにより, 充分な対策が行なわれている。第2図に当社(都内麻布本社)での受信例を示した。受信場所は交通量の激しい, 非常に人工雑音の多い地点であるが, 受信例に見られる通り雑音による測定 LOP の Jitter は僅かである。

その他, 本受信機の概略仕様を第1表に示す。

3. む す び

以上, 当社製 NR01A 形オメガ受信機の概要を紹介させていただいた。近く北太平洋での実用評価試験を終える予定であり, その結果については別の機会に発表させていただき度いと考えている。なお, チャートレコーダは今後2チャンネル横長形式に置換する予定であることを付記するとともに大方のご批判を切にお願いする次第である。

船 舶 用 オ メ ガ 受 信 機 FORM-2A

*古 野 電 気 株 式 会 社

OMEGA RECEIVER Type FORM-2A

*FURUNO ELECTRIC Co., Ltd.

1. 概 要

オメガ航法は, 全世界で気象条件に左右されることなく, 船位を決定できる電波航法システムです。

FORM-2A オメガ受信機は, 全回路を IC 化している。いろいろな用途に使えるように, 優れた性能と豊富な機能を備えています。

特に当社で開発した回路(特許出願中)によって, 操作が非常に簡単になりました。

また, 小型軽量化をはかり, 高信頼性を有する装置です。

2. 特 長

(1) 全回路を IC 化しているために小型軽量で, 高信頼性です。

(2) 位相追尾は, 8局同時追尾です。

航海中に選択対局を変えても10秒以内に正確な位相差が表示され, 操作時間が非常に短縮されるばかりでな

く、レーン設定をすぐ行なうことができます。従ってレーンを見失なうことはありません。

(3) レーン設定は、全対局同時記憶自動追尾方式を採用しています。

初期レーン値設定において必要な対局のレーン値を全て憶えこむことができるので、そのレーン計数は自動的に行えます。出港前にこの操作を行えば、航海中に対局変更をしても、レーン設定を再度行わずに済みます。

記憶されていない対局へ変更する場合にも、8局相互間のレーン値を即座に呼出せる方式をとっていますのでレーン設定は非常に楽になります。

同時に対局を多く選択できるので、精度のよい測定ができます。

(4) AFC がついています。

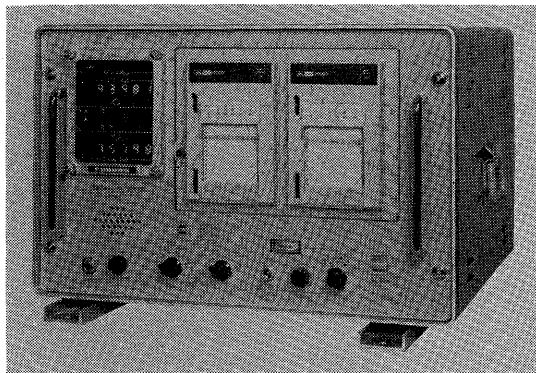
停船時には、受信信号で基準発振器の周波数補正を自動で行ないますので、短時間で追尾可能になります。従って、初期設定に要する時間が短かくて済みます。

基準発振器の周波数変動分を検出、表示しているので測定器なしで校正できます。

ディファレンシャルオメガ等の固定点観測データ収集には、安定なデータがとれ、高価な発振器は不要です。

S/N=-10dB (船速 30 ノットの時)の信号レベル以上で、基準発振器の周波数変動をカバーして連続受信できます。

セグメント同期をずらすことはありません。



(5) 停電保護ができます。

船内電源が突然停電しても、瞬時に補助電源に切り換ります。従って、信号を逃がす心配はありません。

(6) 回路はユニット化されています。

ユニット化により、チェックが容易にでき、保守点検が楽にできます。

3. 主な仕様

受信周波数	10.2 kHz, 13.6 kHz, 11.33 kHz
受信感度	-40 dB (0.01 μ V)
ダイナミックレンジ	80 dB
計測精度	1 CEC
測定方式	8局自動追尾
レーン設定	全対局同時記憶自動追尾方式
位置線表示	①レーン数, 4桁, 位相差, 2桁の2対局同時表示 ②ST. SELECT のスイッチにより8局全組合せ選択表示可能
セグメント同期	手動または外部同期
基準発振器	2 $\times$ 10 ⁻⁸ /日 外部発振器接続可能
A F C	有
モニター	スピーカまたはヘッドホンによる聴音
位相差記録	2対局同時記録
ρ - ρ 航法	可能
外部接続用出力	
6桁直列式出力	2対局分
対局コード	2対局分
周波数コード	1・2・4・8 B C D コード
使用電源	A C 100V $\pm$ 20% 150VA D C 24V 外部電源接続可
アンテナ	4m ホイップアンテナ
形状	本体 350 $\times$ 500 $\times$ 420 (mm) 電源 150 $\times$ 500 $\times$ 420 (mm)
オプション	デジタル表示時計 S/N 検出器 (内部組込型) D C 24V 補助電源装置

JLA-101 形 JRC オメガ受信機

*日本無線株式会社

OMEGA RECEIVER Type JLA-101

*JAPAN RADIO Co., Ltd.

日本無線株式会社では先に JNN-1A1 形オメガ受信機を製造販売し、ヨーロッパ、アメリカ等で好評を博してまいりました。JLA-101 形オメガ受信機は JNN-1A1 形オメガ受信機の姉妹機で、特に、操作性と信頼性に重点を置いて設計されたものです。

さらに、本機はユーザ各位の多様な御要求を満たし得るように、受信周波数は 10.2kHz, 13.6kHz, 11.33kHz が標準構成ですが任意の周波数を取外し可能にしてあり、チャートレコーダのユニットも容易に取外せます。

また、本機は、コンピュータと結合する場合を考慮して、局名および位置線のデジタル出力を備えています。

主な特長

1. 自動計測

4局のオメガ信号に自動追尾し、2本の位置線を自動計測します。

2. 位置線表示

位置決定に必要な2本の位置線の数値を2組の数字表示管に同時表示しますので、数値の読取りに便利です。

3. 2周波同時受信

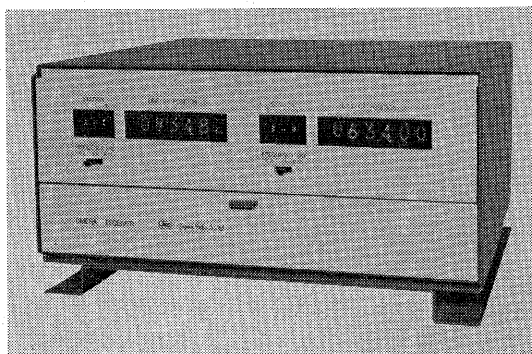
3つのオメガ基本周波数のうちの任意の2周波を同時受信できますので、レーン識別が迅速におこなえるばかりでなく、正確な測定値が得られます。

4. チャートレコーダ付属

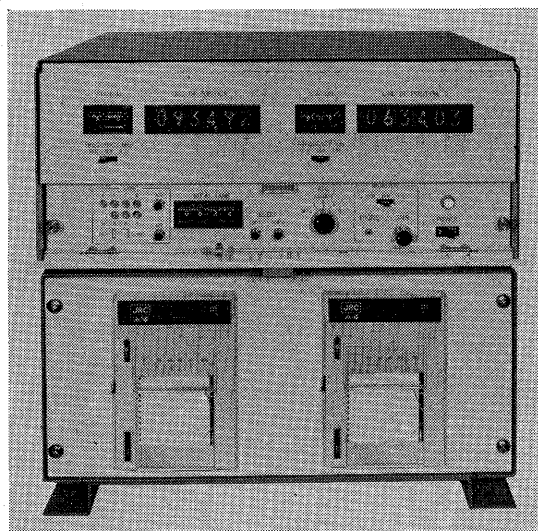
観測位置の移動にともなって変化する位置線の変化の模様を時々刻々グラフで示すため、航跡の監視が容易におこなえると同時に測定値の信頼度を高めます。

5. A. T. C.

受信したオメガ信号で本機のタイミングを自動制御することができますので、いかに長期間連続使用しても同期ずれが起ることは絶対にありません。



NRA-101/JLA-101 オメガ受信表示機



NRA-101/NKA-128/JLA-101 オメガ受信表示機

6. ρ - ρ 航法

本機は双曲線航法ばかりでなく簡単なスイッチ操作で ρ - ρ 航法にも使用できます。

* 東京都港区芝西久保桜川町 25 (No. 25, Nishikubo-sakuragawa-cho, Minato-ku, Tokyo)

主要仕様

受信周波数	標準構成は 10.2 kHz, 13.6 kHz, 11.33 kHz 以上 3 周波のうちの任意の 2 周 波が同時受信可能
受信可能信号レベル	0.01 μ V $\sim$ 100 μ V
セグメント同期	モニタ出力の信号音とセグメン トランプの監視による手動同期
位相追尾	4 局のオメガ信号に自動追尾
位置線表示	2 本の位置線の数値を 2 組の数 字表示管に同時表示レーン数表 示 4 桁, 位相差表示 2 桁
計測精度	1/100 レーン以内
基準発振器周波数安定度	2×10^{-8} /日
使用電源	通常 AC 100/115/220V $\pm$ 15% 50/60 Hz

消費電力	65VA 以下
使用温度範囲	-10°C $\sim$ 50°C
構成	
受信表示機	NRA-101 189(H) $\times$ 419(W) $\times$ 370(D)
チャートレコーダ	NKA-128 189(H) $\times$ 419(W) $\times$ 370(D)
空中線結合器	NNZ-1A1 223(H) $\times$ 200(W) $\times$ 180(D)
空中線	AE-223 4m ホイップアンテナ
同軸ケーブル	RG-12/U 30m

AC 電源が突発的故障の際には
あらかじめ DC 24V の予備電
源を接続しておくことにより無
停電にすることができる。

OR-100A オメガ受信機の紹介

*(株)光電製作所

OMEGA RECEIVER Type OR-100A

*KODEN ELECTRIC Co., Ltd.

オメガ航法が長距離電波航法の主流の一つになることを予測して、(株)光電製作所では数年前よりその基礎研究に力を入れてきました。その実績を買われて昭和44年に日本船用機器協会との協同研究により3台のオメガ受信機を開発し、引続いて昭和45年にはそれらの試作受信機を使って国内、国外で種々の受信テストによってその性能と実用性を確認するとともに、受信機からの位置線情報と時間情報とから船位の緯度、経度その他を自動的に算出する専用データ処理装置の試作を完成しました。

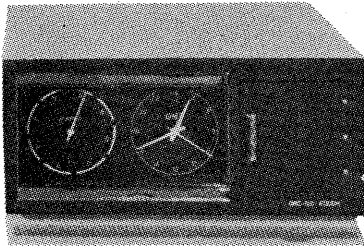
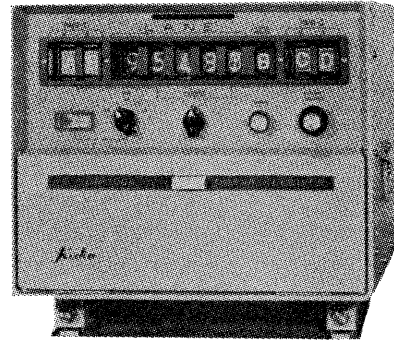
OR-100A 型オメガ受信機は上記試作受信機の実績と受信テストでの経験を生かして製造した全自動式オメガ受信機です。

オメガ受信機に関しては国内で最も長い経験と実績を持ち、更に最新の技術を導入して製造した当社の受信機は、以下に述べるような国外の他社製品にも見られない多くのすぐれた特長と付属品を備えています。

本機は既に国内、国外で多くのユーザが利用しており、更に多くの受注を受けて現在生産に力を入れています。

本機の特長

1. 独特の見やすいセグメント表示によって、セグメントの同期と監視が誰でも容易にできます。
2. 2対局自動追尾方式なので、簡単な初期操作以外は全く自動的に2つの位置線情報を表示します。
3. 3波受信可能なので、レーン番号が未知の場合でも容易にレーン識別を行うことができます。その際、選局スイッチを変えずに周波数切換操作のみで2対局同時に手早く行えるようになっています。
4. $\pm 20\%$ の電源変動があっても安定に動作します。また自動充電方式のバックアップ電源によって数分までの停電なら安定に動作し、それ以上に停電が続いた場合には警告灯が点きます。
5. 各回路は全てユニット化されていますので保守点

オメガ標準時計部
ORC-120プリンター部
ORP-110受信表示部
OR-100A

寸法・重量

品 名	高さ×幅×奥行 (mm)	重量 (kg)
受信表示部 OR-100A	340×360×480	27
バックアップ電源 ORE-140	185×260×325	7
プリンター ORP-110	355×220×300	16
オメガ標準時計 ORC-120	135×310×260	5
アンテナカップラー	150×230×100	2

NR-1005 船舶用オメガ受信機

*沖電気工業株式会社

OMEGA RECEIVER Type NR-1005

*OKI ELECTRIC Co., Ltd.

1. 概要

NR-1005 型オメガ受信機は、船舶用長距離航法機器の決定版として、このたび製品化したものであります。

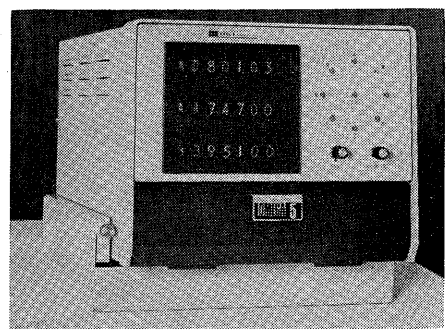
開発に当っては、セナー株式会社を主契約者とし、米ノースロップ社と技術援助契約を結び、同社の軍用機器の技術と我々の技術を結集して共同開発を行ったものであります。

従ってオメガ航法システムの特徴、欠点を十分に検討しつつ、仕様を決定致しましたので、使い易く、信頼度の高い機器となっております。

2. 特長

NR-1005 型船舶用オメガ受信機は次の特長を有します。

○ 3-LOP 同時表示方式



任意に選択した4局を自動追尾し、その4局で構成される 3-LOP をデジタル数字表示管で完全同時表示致します。このため航法の常識である 3-LOP 交差による測位が理想的に実施できます。従って測定の誤り、局の故障、伝播異常、等が容易に発見でき、高い信頼度の位置データが得られます。

* 東京都港区芝罘平町 10 (No. 10, Shiba-kotohira-cho, Minato-ku, Tokyo)

○レーンスリップ対策の完備

オメガシステム特有の誤差要因として、レーンスリップと云う現象がありますが、本機では、位相ロッカー系の応答特性を充分検討し、この現象の発生を極度に少なくしてあります。また、伝播異常その他の妨害で万スリップが起った際でも上記 3-LOP 表示により容易に発見できます。

○高度の自動化

オメガ受信機は通常航海中はほとんど手を触れる必要はありませんが、出港時または動作開始時に手動のセットアップが必要です。

本機では、特殊の相関技術を応用し、至難と云われた送信局との自動同期方式を開発してセットアップ操作の大半を自動化致しました。更に自動化を阻むもう一つの原因である船内電源の停電対策として、バックアップ電源を内蔵し、停電時も完全に連続動作するよう考慮してあります。

○周辺装置との接続の考慮

本機は、単体にて航行援助の目的に充分なよう設計してありますが、記録その他の目的で付加されるあらゆる周辺機器との接続インターフェースを予め考慮してあります。

すなわち、専用のデジタルプリンタ、コースプロッタとはコネクタのみで直ちに接続でき、更に電子計算機との接続も同様に可能で、自動測位、ハイブ

リッド航法等が容易に実現できます。

○高い信頼度

本機の製作に当っては、米ノースロップ社および当社の豊富なフィールドデータを適用しており、また IC 化を高度に実施しておりますので、長時間の自動動作が可能なオメガシステムの特長を充分発揮することができます。

3. 主な仕様

受信周波数	10.2 kHz, 11 $\frac{1}{3}$ kHz, 13.6 kHz
感度	0.01 μ V
ダイナミックレンジ	手動調整なしで 100 dB
測定	指定した 4 局完全自動追尾
同期	指定した局に自動同期
表示	3-LOP 同時表示, 5 桁デジタル表示管
測位精度	昼間 ± 1 哩 (r. m. s.) 夜間 ± 2 哩 (r. m. s.)
参照発振器	安定度 5×10^{-8} /日
電源	AC 100/115/220V $\pm 10\%$ 50~60 Hz
予備電源	ニッケルカドミ電池内蔵
寸法重量	285(H) $\times$ 350(W) $\times$ 485(D) mm 30 kg
アンテナ	ホイップ形式 4 m (整合器付)

オメガ受信機 SR-500 の紹介

*株式会社 東京計器

OMEGA RECEIVER Type SR-500

*TOKYO KEIKI Co., Ltd.

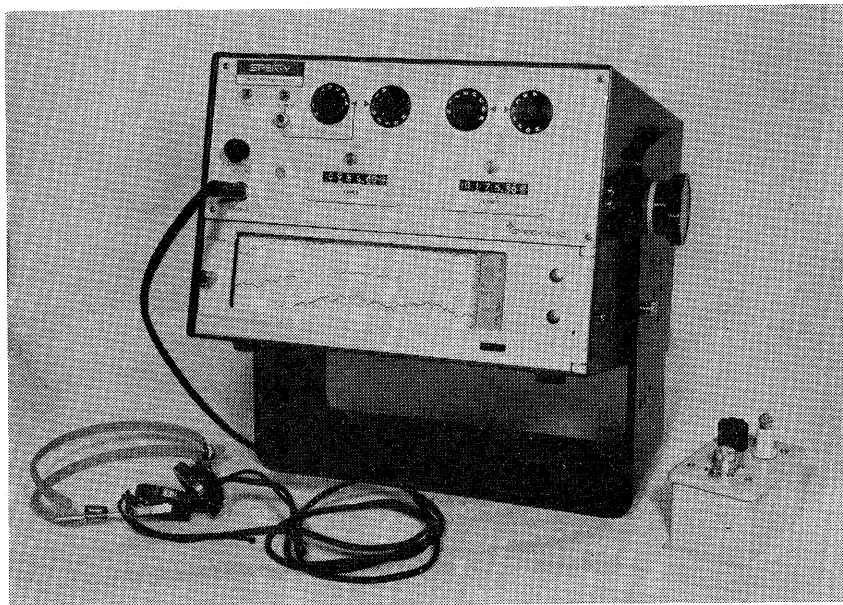
Abstract

The Omega Receiver SR-500 is most useful for the navigator. This equipment has very convenient recorder for the analysis of omega signal propagation phenomena, automatic alarms, many kind of power supply and easy operation knobs. The navigators use this recorder and the mechanical lane counters, and can get good position fix at any sea and at any time.

1. 本機の構成

名称	数量	寸法 (mm) H $\times$ W $\times$ D	重量 (kg)
受信指示部	1	222 $\times$ 312 $\times$ 350	15
空中線整合器	1	103 $\times$ 72 $\times$ 60	1
ホイップアンテナ	1	4 m	6
付属品	1 式	—	—

* 東京都大田区南蒲田 2 丁目 16 番 (No. 16, 2-Chome, Minami-Kamata, Ohta-ku, Tokyo, Japan)



オメガ受信機 SR-500 の外観 Omega Receiver SR-500

2. 本機的主要性能

受信周波数	10.2 kHz
機器の精度	1 センチレーン (1/100レーン)
感 度	0.1 μ V
ダイナミックレンジ	80 dB
位 相 追 尾	2 対局の同時自動追尾
測定値表示	2 組のレーンカウンタ (4 桁) と センチレーンカウンタ
記 録 器	2 対局を同時に 60 日間の連続記録 (30 分毎のタイムマーク付き)
無 停 電 電 源	④ AC 船内電源が停電時に DC 予備船内電源を使用 ⑥ AC, DC 電源が停電時に 1 時 間、内部電池に自動切換が可能
自 動 警 報	低電圧、停電、受信信号停止お よび非同期時に警報音を発生
信 号 同 期	信号音 (手動音量調整) および 点灯表示
B. C. D. 出 力	別の変換装置により取出し可能
空 中 線	4 m ホイップアンテナまたは垂 直、逆 L アンテナ
電源、消費電力	115V または 230V AC 50~400 Hz, 60 VA 12V~40VDC, 40W

3. 本機の特長

(1) 完全自動追尾

オメガの 2 対局についての LOP を連続自動追尾と記録を行なう。出航時にあらかじめ極めて簡単な操作を一通り行なうだけで、CEL の単位で記録用紙にアナログ表示をします。

(2) 連続使用のための種々の配慮

- a. 無停電電源化 通常 AC 電源の供給を受けませんが、船内緊急 DC 電源を並列に接続しておき使用する外、自動的に切り換る内蔵の電池を使用することができます。
- b. 完全自動警報 船内電源電圧の低下、停電、受信不能時 (送信局側の原因による) および同期ずれの場合、警報音を発して乗組員に知らせますので、平常時には全く負担となりません。

(3) 操作が極めて簡単

電源スイッチ、局信号同期、局設定および初期レーンの設定だけで自動追尾と記録を行ないます。

(4) オメガ航法にマッチした記録器

2 対の LOP を CEL の単位で、同じ時間軸にアナログ表示をします。連続 60 日分の乾式打点記録紙 (加圧紙) に鮮明な曲線が得られ、この自動記録はオメガ電波の伝搬の複雑さ (サイクルスリッピングや SID の影響のため) を分析するのに最も適しています。またこの記録器は一読して 20 時間もの長時間の記録を見ることのできる構造であって、オメガ航法に欠くことのできない、30 分毎打点タイムマークも合わせ持っています。



Record

昭和 45 年度 事業 報告

*電波航法研究会事務局

Record of the Work Carried Out by Japanese Committee for Radio
Aids Navigation During Japanese Fiscal Year 1970

*Secretariat

Regular General Meeting

June 5, 1970: A regular general was held at the council hall of the Maritime Safety Agency (MSA). Thirty-five members attended the meeting, and following was presented:

- (1) Reports on the activities of the Committee during the fiscal year 1969 were explained by the Secretariat and approved by the members as drafted.
- (2) Reports on the financing of the Committee during the fiscal year 1969 were explained by Mr. IJIMA, Chief Accountant and approved by the members as drafted.
- (3) As a result of the election to appoint new staff members, Prof. Toshitada MITSUYUKI of the Defence Academy was appointed Chairman again, and Prof. Minoru OKADA, President of Kogakuin Univ., and Prof. Torao MOZAI, Tokyo Univ. of Mercantile Marine, were also re-appointed Vice-Chairman.
- (4) The draft work plan of fiscal 1970 was presented by the Secretariat and approved by the members with some modification. Prof. MATSUYUKI, Chairman, expressed his desire that the facilities concerned with aeronautic services would possibly be included in the future inspection trip of the Committee.
- (5) The budget plan for fiscal 1970 was presented by Mr. IJIMA, Chief Accountant, and approved by the members as drafted.

総 会

昭和 45 年 6 月 5 日 14 時から、海上保安庁会議室において昭和 45 年度総会が開催された。出席者は 35 名であった。

- (1) 昭和 44 年度事業報告が事務局より行なわれ、原案どおり承認された。
- (2) 昭和 44 年度決算報告が 飯島会計幹事より行なわれ、原案どおり承認された。
- (3) 会長および副会長の選出が行なわれ、会長に松行利忠氏、副会長に岡田実、茂在寅男の両氏の留任が満場一致で承認された。
- (4) 昭和 45 年度事業計画案について事務局より説明が行なわれ、「調査・研究」項目に「その他」を加え、必要に応じてテーマを取り上げることすにすることで承認された。なお、松行会長から航空関係の見学会もできたら行ないたいという希望が述べられた。
- (5) 昭和 45 年度予算案について 飯島会計幹事より説明が行なわれ、原案どおり承認された。

* 海上保安庁燈台部電波標識課気付 (c/o Electronic Navigation Aids Division, Maritime Safety Agency)
東京都千代田区霞ヶ関 2-1 (2-1, Kasumigaseki 1 chome Chiyoda-ku, Tokyo 100 Japan)

- (6) The Secretariat reported on the new admissions of members of the Committee during fiscal 1969.

Prof. MATSUYUKI, Chairman, made a proposal of welcoming participation of air-line companies in the Committee.

- (7) Draft list of new secretary members, prepared by the Secretariat, was approved.

Research Meeting

1. June 5, 1970: The regular general meeting was followed by the first research meeting at the MSA's council hall.

Mr. Yasuo IIZUKA from OKI Electric Company gave a lecture on the subject, "A system of Automatic Position Fixion in Hyperbolic Navigation."

Mr. Torao MOZAI of Tokyo University of Merchantile Marine gave a lecture on "Report on Participation in the Joint Symposium of Institutes of Navigation in Europe", and this was followed by a lecture given by Mr. Tohru TADANO titled, "Survey Report on the Electronic Aids to Navigation Overseas."

The recorded tapes which described the European symposium were open to the members, since the participants reportedly showed their consonance of opinions with "Stopper for Vessels" presented by Prof. MOZAI during the referred symposium.

The members also showed their interest in the slides of the radio aids to navigation in other countries, prepared by Mr. TADANO.

2. August 20, 1970: The second research meeting was held at the council hall of OKI Electric Company.

Mr. Shizuo NINOMIYA of Japan Radio Co. (JRC) gave a lecture on "Radar-Power Amplifier through Klystron". This was followed by a lecture on the subject "Technical Standard for Marine Radars" by Mr. Takashi OKADA of OKI.

Mr. NINOMIYA's presentation was on a new radar developed by JRC, and this attracted much attention of the members due to the possibility of putting it to practical use in the future.

Mr. OKADA's lecture was about the technical standard presented at the Navigation Safety Sub-Committee of IMCO held in May, 1970.

And, the members positively exchanged views on its relationship with Japanese domestic regulations, and coordinated their comments on IMCO.

Mr. Kohjiro SHIBATA of Anritsu Electric Co. later explained the progress pf discussion within the Electric Industries Association of Japan in conjunction with the aforementioned subject. Thirty-nine members attended the meeting.

- (6) 昭和44年度内の会員の異動にいて事務局から報告があり、会長から航空会社の加入を歓迎する旨の発言があった。

- (7) 新役員の事務局案が承認された。

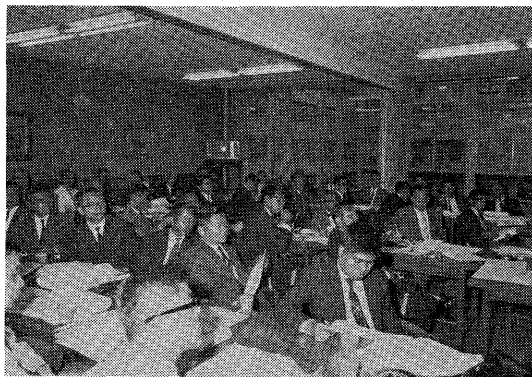
研究会

1. 第1回研究会は昭和45年6月5日の総会に引き続いて行なわれ、沖電気工業株式会社飯塚康雄氏の「双曲線航法自動測位の 一方式について」と題する研究発表、東京商船大学茂在寅男氏の「欧州航海学会連合大会に出席して」の報告、および海上保安庁只野暢氏の「海外電波標識調査報告」が行なわれた。茂在氏が提案した船舶の制動装置は各国から共鳴されたということで、会議場の模様を集録したテープが公開されて会員の関心を集めた。また、只野氏が公開した各国電波標識のスライド写真も会員にとって興味あるものであった。

2. 第2回研究会は昭和45年8月20日14時から、沖電気工業株式会社本社会議室で開催され、日本無線株式会社二宮鎮男氏の「クライストロン電力増幅方式によるレーダ」および沖電気工業株式会社岡田高氏の「義務船用レーダの技術基準について」と題する講演が行なわれた。二宮氏の講演は同社の開発した新しいレーダであり、今後の実用化が注目されるものとして出席者の多大の関心を集めた。岡田氏の講演は1970年5月のIMCO航行安全小委員会で提示された技術基準に関するものであり、国内規則との関連、IMCOへ対する意見のとりまとめなど、会員相互間で活発に意見が交された。なお安立電波工業株式会社柴田幸二郎氏から電子機械工業会におけるこの問題の討議状況についての説明が行なわれた。

出席者は39名であった。

3. October 16, 1970: The third research meeting was held the MSA's council hall.
Mr. Sanemori KUKITA of Japan Air Lines gave a lecture on the subject "Navigation Equipments for Jumbo Jet (Boeing 747)".
Various aspects on Boeing 747 have become topic of conversation since the placement in service, and the members had lively discussion on the subject. The meeting was a great success, attended by forty-nine members.
4. December 18, 1970: The fourth research meeting was held at the MSA's council hall. Lectures were given by Mr. Hiroshi KIYONO of MSA on "National Plan for Navigation in the U.S.", which was following by Mr. Yumio YONEZAWA, Marine Technical College, on "Results of the On-board Test for Loran-C, and by Mr. Akira KAWASHIGE on "Report on the Participation in the 10th Sub-Committee meeting of IMCO".
The members had active discussion on the U.S. National Plan for Navigation since it involved a good deal of interest among the members including the important problem of continuance and discontinuance of the operation of Loran-A stations in the world. Forty-five members attended the meeting.
5. February 26, 1971: The fifth research meeting was held at the council hall of Toranomon Kyosai Kaikan.
Mr. Toshio FUEUYA of Kodan Electronics Company gave a lecture on "Evaluation of OMEGA Receivers", and Mr. Chogo SEKINE of JRC on "OMEGA Receiver", which was followed by a lecture "Construction Status of OMEGA Station, Japan" presented by Mr. Tohru TADANO of MSA. This fact that the OMEGA Navigation System, which will have an important role as a world-wide navigation system in the future, led to have a large number of attendance, sixty-five members.
3. 第3回研究会は昭和45年10月14日時から、海上保安庁会議室において開催され、日本航空株式会社久木田実守氏の「ジャンボジェット機（ボーイング747型）の航法装置」と題する講演が行なわれた。就航後、さまざまな話題を呼んだジャンボジェット機に関することとあって、質疑も活発に行なわれて、盛会であった。
出席者は49名であった。
4. 第4回研究会は昭和45年12月18日14時から、海上保安庁会議室において開催され、海上保安庁清野浩氏の「電波航法に関するアメリカ合衆国の国家政策の概要」と題する講演、海技大学校米沢弓雄氏の「ロランCの船上実験結果について」と題する研究報告、および株式会社東京計器河重亮氏の「IMCO第10回航行安全小委員会報告」が行なわれた。
アメリカの電波航法政策は、現在世界各地のロランA局の今後の維持運用の問題を含めて、大きな関心が持たれる内容であり、熱心な質疑が行なわれた。
出席者は45名であった。
5. 第5回研究会は昭和46年2月26日14時から、虎ノ門共済会館会議室において開催され、光電製作所古谷俊雄氏の「オメガの受信試験の結果について」、日本無線株式会社関根兆五氏の「オメガ受信機について」と題する研究報告、および海上保安庁只野暢氏の「オメガ送信局の建設状況について」と題する講演が行なわれた。現在着々と建設計画が進められており、汎世界的な航法として今後の長距離航法の主流と目されるオメガ航法に関する研究会とあって、近來になく多数の出席者を集めて盛会であった。
出席者は65名であった。



第3回研究会 (3rd Research Meeting)



東京湾見学会 (Annual Inspection Trip)

Annual Inspection Trip

1. September 1, 1970: The members boarded a training craft "YAYOI" of Tokyo University of Mercantile Marine, at Shibaura Pier, and made a voyage of inspection for the navigation aids facilities in Tokyo Bay.

After visiting Tokyo Lighted Beacon located amid Tokyo Bay, the members went on board the "Shioji-maru", a training ship of the same university, to go down south of Tokyo Bay, and then arrived at Tomiura where the training laboratory of Tokyo University of Mercantile Marine is located. Prof. Minoru OKADA, President of Kogakuin University, gave a lecture on the subject of "Survey Report on All-weather Landing System in Europe". This was followed by another lecture by Prof. Kazutami SHOJI of Tokyo University of Mercantile Marine on the subject "Report on the International Association of Lighthouse Authorities held in Stockholm".

Fine weather let the members have a comfortable voyage. The trip was certainly a great success. Twenty-six members joined the trip.

Secretary Meeting

1. Secretary meetings for planning were held on May 18, July 25, September 14, November 11, 1970 and January 25, 1971 to make preliminary arrangements for the regular general meetings.
2. The issue of handling the individuals who want to join a research meeting was taken up at the September 14 secretary meeting, and the members agreed to make a draft of a partial amendment of the Committee Agreement on the issue. Deliberation on the draft was finished during the secretary meetings held on October 16, November 11, 1970 and May 12, 1971, and it was agreed at the meetings that the draft for the partial amendment would be proposed at the next regular general meeting.
3. The Japanese Committee for Radio Aids to Navigation will celebrate the 20th anniversary in 1971, and a plan to carry out a commemorative meeting was approved at the September 14 secretary meeting.
4. October 2, 1971: An editorial secretary meeting was held to discuss the editing plan, materials for the article, financing for the No. 12 issue of "Electronic Navigation Review", and they also discussed the editing plan for No. 13 and other future issues.

見学会

1. 昭和45年度の見学会は東京湾内の航路標識を洋上視察することとなり、昭和45年9月1日、竹芝棧橋から東京商船大学練習艇「やよい」に乗船、まず東京灯標を見学、その後、東京商船大学練習船「汐路丸」に乗船して東京湾を南下、野島崎沖で反転して富浦で下船した。17時から東京商船大学富浦実習場会議室において、工学院大学岡田実氏の「ヨーロッパにおける全天候着陸システム調査報告」および東京商船大学庄司和民氏の「国際航路標識会議（ストックホルム）の状況」と題する講演が行なわれた。好天にめぐまれ、絶好の航海日和で有意義な見学会であった。
参加者は26名であった。

幹事会

1. 企画幹事会は昭和45年5月18日、9月28日、9月14日、11月11日、昭和46年1月25日にそれぞれ開催された。予算案、事業計画案の作成が行なわれたほか、各回研究会のテーマの審議が行なわれた。
2. 9月14日の企画幹事会において、個人的に研究会に参加したい希望が出されたばあいの取り扱い問題が取り上げられ、規約改正案を作成することが承認された。規約改正案の審議は10月16日、11月11日、昭和46年5月12日の3回にわたって行なわれた。この改正案は次回総会に提出されることとなった。
3. 昭和46年は研究会創立20周年に当るので、記念事業を計画することが9月14日の企画幹事会で承認された。
4. 編集幹事会が昭和46年10月2日に開催され、「電波航法」第12号の編集方針、記事内容、予算、および第13号以降の刊行計画が審議された。

Publication of Bulletin and Dissemination of Papers

1. July, 1970: The Bulletin of JACRAN, "The Electronic Navigation Review, No. 12 (Special Edition on Radio Direction Finding)" was published.
2. Following were disseminated during fiscal 1970:
 - (1) Papers presented on the 8th International Association of Lighthouse Authorities.
 - (2) "Communication on the Move" prepared by Hughes Aircraft Company for IEEE Int'l Conference on Communications (1969).
 - (3) National Plan for Navigation, Department of Transportation, USG (1970).

Member

The members admitted or seceded during fiscal 1970 were as follows:

Secession: Nisshin Electronic Co., Ltd.

Admission: Mitsui Shipbuilding and Engineering Co., Ltd.

The Sanko Steamship Co., Ltd.

会誌発行、資料頒布

1. 「電波航法第 11 号 (方探特集号)」が昭和 45 年 7 月に発行された。
2. 昭和 45 年度中の頒布資料は次のとおり。
 - (1) 第 8 回国際航路標識協会会議資料
 - (2) IEEE 通信に関する国際会議(1969)にヒューズ航空会社が提出した資料
 - (3) アメリカ合衆国、航行に関する国家政策(1970)

会員異動

昭和 45 年度中の会員の異動は次のとおり

退 会: 日新電子工業株式会社

入 会: 三井造船株式会社

三光汽船株式会社

昭和 46 年度事業計画

1. 調査・研究

- (1) 電子航法と船舶の自動化
- (2) オメガ航法の調査研究
- (3) 大型船の事故防止のための電子技術
- (4) 狭水道電子航行に必要な装置の性能
- (5) 衝突防止装置の研究
- (6) 諸外国における電子航法の利用状況調査
- (7) レーダ技術基準の検討
- (8) 衛星航法の研究
- (9) 海洋工学と電子応用に関する研究
- (10) その他

2. 出版

- (1) 会誌「電波航法」第 12 号の発行
昭和 46 年 6 月

- (2) 同上第 13 号を創立 20 周年記念特別号として発行

- (3) その他

3. 研究会

原則として年 6 回開催し、小委員会を随時開催する。

4. 見学会

羽田空港施設、航空大学校仙台分校、日本航空仙台訓練所の見学会を 8 月頃行なう。

5. 創立 20 周年記念特別行事

記念パーティ、特別講演会、特別見学会を計画する。
このため実行委員会を設立する。

電波航法研究会創立20周年

The 20th Anniversary of of the Japanese
Comittee of Radio Aids to Navigation(JACRAN)

アンリツ

安立電気株式会社

アンリツ



海上電子機器・電波航法機器

安立電波工業株式会社

本社 150 東京都渋谷区恵比寿南1-1-1
東京 (03) 719-3811

石川島播磨重工業株式会社

IHI CONTROL SYSTEMS

上野タンカー株式会社

東京都千代田区霞が関3の2の5



Mitsui O.S.K. Lines

大阪商船三井船舶



沖電気工業株式会社

取締役社長 森 章

本店 東京都港区芝罘町10



“K” LINE

川崎汽船株式会社



協立電波株式会社

八王子市石川町2968の3



エレクトロニクスで海洋を開発する

株式
会社

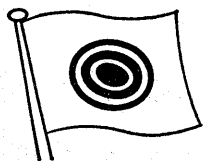
光電製作所

本社=東京都品川区上大崎2-10-45

電話 (03) 441-1131 (代)

国際電気株式会社

東京都西多摩郡羽村町神明台2の1の1



三光汽船

東京都千代田区有楽町1の11の1 新有楽町ビル

三波工業株式会社

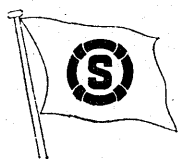
横浜市中区かもめ町40番地

ジャパンライン株式会社

取締役社長 岡田 修一

東京都千代田区丸の内3の1の1（国際ビル）

TEL (212) 8211



SHOWA LINE 昭和海運

東京都中央区日本橋室町4の1

新和海運株式会社

東京都中央区京橋1の3 新八重洲ビル



セナー株式会社

代表取締役社長 島居辰次郎

東京都千代田区内幸町2丁目1番1号

TEL 東京 (03) 503-1577(代)



全日空

ALL NIPPON AIRWAYS

東京都大田区羽田空港1-6-6

⑧ 大洋漁業株式会社

東京都千代田区丸の内1の5の1

太 洋 無 線 株 式 会 社

東京都渋谷区恵比寿西2の20の7

照 國 海 運

取締役社長 中川喜次郎

本 社 東京都中央区八重洲2～3～5



電 子 機 械 工 業 界

ELECTRONIC INDUSTRIES ASSOCIATION OF JAPAN

主要営業品目

レーダ、オメガ、ジャイロコンパス、
ジャイロット、オートパイロット、
船舶自動化システム



東京計器

本 社 東京都大田区南蒲田2～16 ☎ (732)2111

東京芝浦電気株式会社

取締役社長 土光敏夫



東芝

東京事務所 東京都千代田区内幸町1-1-6 〒100 TEL(03)501-5411, 5471(大代)

東京船舶株式会社

取締役社長 矢口 録一郎

本 社 東京都千代田区丸の内2～7～3

東京タンカー株式会社

東京都港区西新橋1の3の12



東洋通信機株式会社

本 社 川崎市塚越3丁目484番地
相模地区事業所 神奈川県高座郡寒川町小谷753番地

日本アビオトロニクス株式会社

横浜市瀬谷区瀬谷町3680

七洋電機株式会社

東京都目黒区中央町2の25の5

長野日本無線株式会社

東京都港区芝西久保桜川町25番地



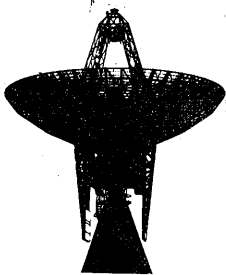
日本航空

東京都大田区羽田空港1の9の1

社団法人 日本船主協会

会長 有吉義弥

東京都千代田区内幸町1～2～2



エレクトロニクスで未来をひらく

NEC

日本電気

本社 東京都港区芝五丁目7番15号〒108
電話 東京 (03)452-1111(大代表)



日本無線株式会社

東京都港区芝西久保桜川町25



日本郵船

N.Y.K. LINE

株式会社日立製作所

戸塚工場 横浜市戸塚区戸塚町216

編集後記

1. 記念行事当日発行を目ざしたのですが、若干の遅れで創立20周年記念の会誌をお届けすることができました。巻頭言および随想に御執筆を頂いた各位に厚くお礼申し上げます。

2. 回顧および展望によって、本会のたどって来た道をふりかえり、次へのステップにして頂ければ幸に思います。

3. 研究報告および新製品紹介はオメガ受信機を特集しました。わが国におけるこの分野での技術水準を知るために、またユーザの方がたのオメガ導入のための御参考になればと考えております。この部分だけでも会誌1号分に相当するので、出版予算を大分オーバーしてしまったようです。おわびをいたします。

4. 20周年記念講演会は11月18日盛況裡に終わりました。その状況については次号でお知らせできると思います。
(木村記)

——電波航法——

——ELECTRONIC NAVIGATION REVIEW——

昭和46年11月13日 印刷 1971

昭和46年11月18日 発行 No. 13

編集 東京都千代田区霞ヶ関 2-1

発行 海上保安庁燈台部電波標識課気付

電波航法研究会

Japanese Committee for Radio
Aids to Navigation

c/o Radio Navigation Aids Section
of Maritime Safety Agency

No. 2-1, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo, Japan

印刷 東京都文京区水道 2-7-5 井口ビル

(有) 啓文堂 松本印刷

富士通株式会社

本社 東京都千代田区丸の内2-6-1 古河総合ビル
川崎市上小田中1015

古野電気株式会社

本社 西宮市芦原町9-52
東京支社 東京都中央区八重洲4の5 藤和ビル

三井造船株式会社

東京都中央区築地5の6の4

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内2の5の1

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内2の2の3

世界の海 世界の国を結ぶ

Y.S.LINE

 山下新日本汽船