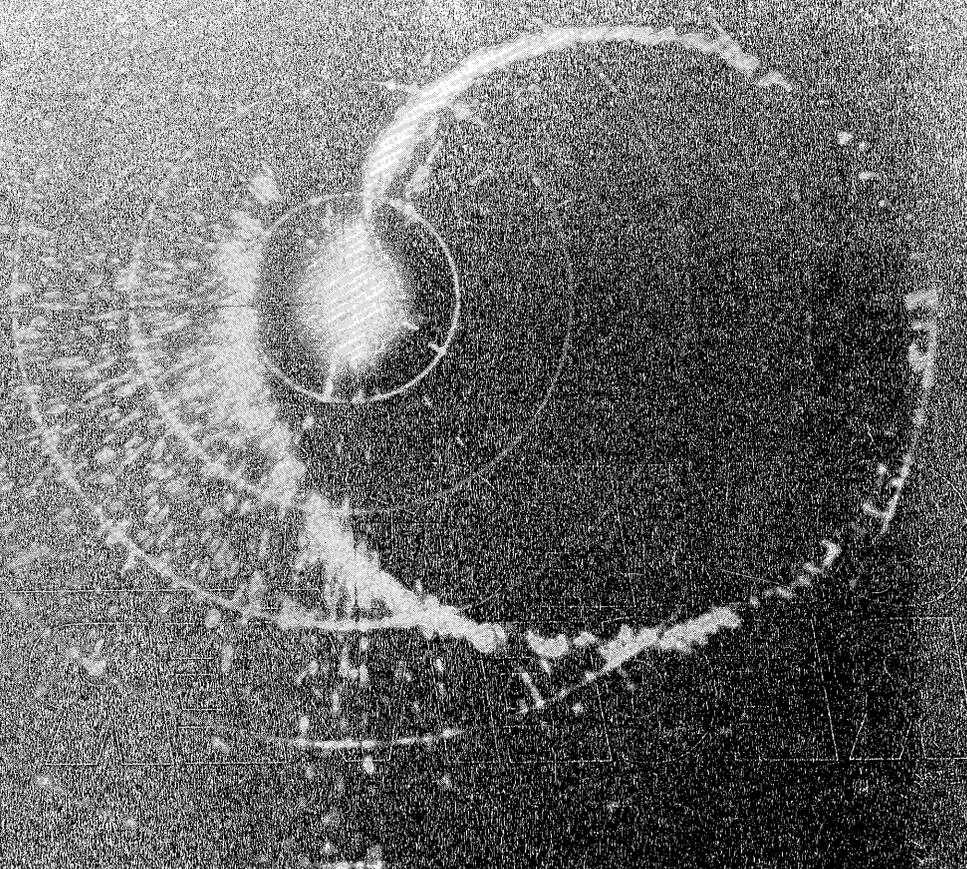




ELECTRONIC NAVIGATION REVIEW

電波航法



JACRAN. 12

1971

電波航法研究会 発行

Published by the Japanese Committee
for Radio Aids to Navigation

WORLD WIDE SERVICE



OMEGA RECEIVER

米ノースロップ社との技術提携



セナー株式会社



沖電気工業株式会社



富士通株式会社

目次

CONTENTS

巻頭言.....前副会長 森田 清	(2)
Forewords	Kiyoshi MORITA

研究調査

Research and Investigation

海外の電波標識.....只野 暢	(4)
Electronic Navigational Aids in Foreign Countries	Tohru TADANO
オメガ送信局建設計画について.....清野 浩	(11)
Construction Project of OMEGA Transmitting Station	Hiroshi KIYONO
海軍航行衛星システムの測位実験結果.....木村 小一	(18)
Position Determination Experiments by the Navy Navigation Satellite System	藤田 光紘 伊藤 実 Koichi KIMURA Mitsuhiro FUJITA Minoru ITO
双曲線航法自動測位の一式方.....飯塚 康雄	(24)
Study on Automatic Hyperbolic Position Fixing System	Yasuo IIZUKA

展 望

Observation

欧州航法学会連合会出席報告.....茂在 寅男	(28)
About the "QUADRIpartite Meeting of the European Navigation Institutes"	Torao MOZAI
第8回国際航路標識会議出席報告.....庄司 和民	(32)
Participation Report on 8th International Conference on Light-Houses and Other Aids to Navigation	Kazutami SHOJI

海外資料紹介

Introduction of Foreign Papers

橋梁および架空線によるレーダ反射信号の問題.....抄訳 豊福 滋善	(34)
Problems of Radar Reflection from Bridges and Overhead Lines	R. Hinricher W. Germany
レーダディスプレイ上の海面反射効果.....抄訳 庄司 和民	(41)
Effect of Sea Clutter on Radar Displays	W.H. Schönfeld V. Muller K.D. Schwarz

研究会記事

Record

昭和44年度事業報告.....電波航法研究会事務局	(43)
Record of Work Carried Out by Japanese Committee for Radio Aids to Navigation during Japanese Fiscal Year 1969	
電波航法研究会規約, 正会員名簿, 役員名簿.....	(46)

FOREWORD

Dr. Kiyoshi MORITA

Remarkable are the aspects of recent technical development, both in diversity and depth. The future promotion of social welfare depends on the detailed studies in each field and can be fully expected only by the systems engineering integrating those studies.

OMEGA navigation will be put into practical use in the Pacific regions in near future, and meteorological information will be provided by satellites flying in the space. In addition to them, when harbor navigation control systems and automatic collision avoidance systems are developed, the safety in navigation will approach its completion.

The radio navigation can be regarded as the engineering aid to aim at the speeding up of transportation with safety, dealing with ever-increasing congestion on sea, land and in the air, at home and abroad. They work fairly well now and are giving good service. Even though, much higher technological development is still demanded for the expectation of its completion. Now, technology can forecast future aspects and makes planning to meet the demands in future. Then, at present when all phases of navigation tools are investigated with some practical contribution, it may be said that the technological forecasting for future needs is the new important problem facing us, the members of Japanese Committee for Radio Aids to Navigation.

The forecasting itself should not be the end, but should be the means to an end and be followed by the practical action. When a forecasting is established, it is also important to decide the threshold value of key data for decision making. Citing a familiar example in safety control, most of distresses of fishing boats are caused from overloading. Traffic accidents never end. These are not always due to the incapability of forecasting nor to the lack of countermeasure. The technology for tomorrow will be of the synthesis, systematization, technical forecasting and the problem to be discussed for decision making.

巻 頭 言

前副会長 森 田 清

近来技術発達の様相は誠にめざましく、その内容は多岐にわたり、かつ深いものがある。今後の社会福祉の増進は、それぞれの分野におけるさらに精緻な研究にまつと同時に、これらが各分野の研究を総合したシステム技術と云う形で提供されるところに初めて期待を寄せることが出来よう。

オメガ航法は近く太平洋域においても実用の域に入るのであろうし、衛星は宇宙を飛翔して気象情報を提供する。さらに港湾内航行管制システムの完備と、船舶の自動衝突予防装置の発達とがこれに伴うならば、海上運送の安全性は、さらに完璧に近づくであろう。

電波航法は国の内外にわたり海陸空のいずれを問わず、いよいよ輻輳する航行を巧みに捌いて、そのスピード化と安全化をねらう技術と見なすことが出来ようが、これが達成には今後もお一段と高度の技術発展が要望せられる。

そもそも技術は常に将来の姿を予想し未来の需要に備えて開発の目標を立てる。それなら一応各種の技術が出揃った今日、電波航法研究会においてもまた、将来への技術予測ということがこれらの新しい課題となるのではなからうか。

予測は予測それ自体で完結するのではない、この予測に従って実際に行動を起すことが必然要請されねばならない。

即ち予測を立てたら次はこれを意志決定へ持ち込むために、決定の閾値の設定が大切なこととなるであろう。単近な例を安全管理にとれば漁船の遭難がいまなお積みすぎにすることが多く、陸上の交通禍も現在跡をたたない。これらはいずれも予測が出来ないからではなく、また対策を知らないからではない。対策実施の意志決定を、予測値がどのような閾値に達した時点で行うか、そこが予じめ決めてないからであろう。

これからの技術は総合技術であり、システム化であり、技術予測であり、意志決定のために予測を活用する問題であろうと思われる。

45年12月13日

研究調査

Research and Investigation

海外の電波標識

*海上保安庁 燈台部

電波標識課 只野 暢

Electronic Navigational Aids in Foreign Countries

*Maritime Safety Agency

Tohru TADANO

Abstract

Before entering into the OMEGA project in Japan, we made on-the-spot inspection trips mainly to Hawaii, Trinidad and Norway from 10 June to 7 July, 1969, in order to obtain background information in the technical aspects of the OMEGA navigation system.

On our way, we also visited the Electronic Engineering Center of U.S. Coast Guard, and the newly-built Decca stations in Norway.

Status reports on the OMEGA and other navigation aids facilities in other countries are mentioned here.

In addition to our visit to the afore-mentioned facilities, we visited a Loran A/C station in the U.S. and the Decca factory in London.

Their description, however, is omitted here on account of limited space.

1. はじめに

昭和44年度の予算で、オメガ局建設のための調査が認められたのを契機に、当時、電波標識課専門官であった、伊藤昭三九氏（現在、電波監理局航空海上課無線局検査官）と一緒に、実験局として運用中のハワイ、トリニダッドおよびノルウェイの3局の調査を主目的とし、途々、アメリカ本土では、ニュージャージー州のワイルドウッドにあるコーストガードのエレクトロニクス・エン

ジニヤリングセンターの見学、およびロランA局の見学、さらにニューヨーク市で開催されるアメリカ航海学会での講演、さらにイギリスへ飛んで、ロンドンではデッカ社の工場見学、ノルウェイでは、デッカチエインの見学と盛沢山のスケジュールで、羽田を飛び立つたのが昭和44年6月10日10時であった。初めての外国の印象は、ある物については極めて強烈であり、また、ある時の印象は、無我無中であつたためか、ほとんど何も残っていないものもある。しかし、国内の限られた人々との接触だけの毎日から解放されていた27日間は、目的としたオメガ局に関する知識の吸収以外の点でも、大きな収穫があつたと考えている。日程に従つての旅行記は、本誌の目的にそわないので、見学の対象ごとにまとめて報告することとする。

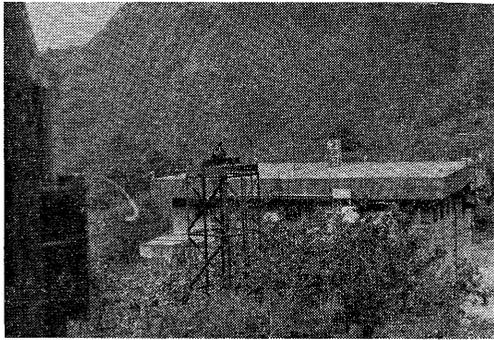
2. オメガ局

ハワイ、トリニダッド、ノルウェイの順序で、調査したが、これらの局は現在実験局として運用中であり、はじめからオメガ局として建設された局でなく、主要機器についても実験の進展に伴つて改造されているので、中には、外観上、木に竹をついだ感じの装置もあり、本格的な送信局の建設に、そのまま参考になつたと云うものは少なかつたが、規模の大きさに触れることが出来たことは、今後、この仕事を推進して行く上で大きな参考になつたことは否めない事実である。

ハワイのオメガ局は、1940年頃からあつた19.08kHzのVLF局をそのまま使っているので、きわめて古色蒼

* 所在地 東京都千代田区霞ヶ関 2の1の3
2-1-3, Kasumigaseki, Chiyodaku, Tokyo.

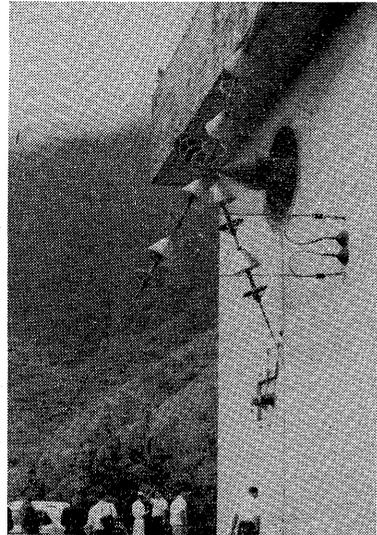
然としており、外観も実用一点ばりである。(写真 1)



1. ハワイ局の外観

入口は2階にあり、局舎の外側に取り付けられた鉄製の階段を昇つて中に入る構造で、われわれが、海岸近くの建物について、津波や高波に対する予防として考えた構造と同じである。この局舎には、送信機タイミング装置およびローディングコイル等、必要な装置一切が納められている。局舎の一隅の壁に大きな穴があけてあり、見た所、50センチもあろうかと思われるファイダパイプが突出しており、その先端は写真2で示されるように斜めに4方向に、大きなコロナリングのついた碍子で固定されている。(写真2)

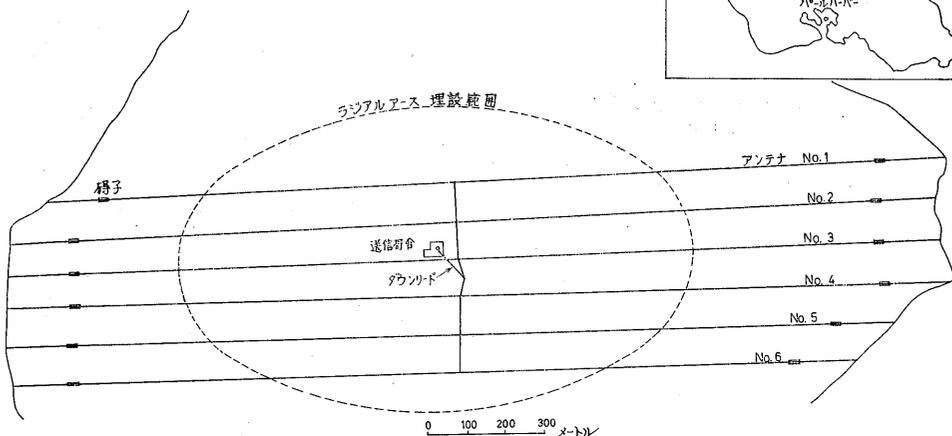
このパイプの先から、8本の銅線が籠形状になつてファイダとして水平にダウンリードの方向に走っている。この局は、旧火山の噴火口の中に設置されていて、噴火口の縁から縁に火口を横切つて、アンテナが展張してあ



2. コイル舎のファイダパイプ出口

る Valley Span 型のアンテナの中央部から、局舎の近くへほぼ垂直に銅線が下りて来ている。これがダウンリードで、この先が、ファイダパイプへ接続されているのである。ハワイ局の配置図を第1図に示したが、これによつて Valley Span 型アンテナの規模の大きさを知つていただければ幸いである。この Valley Span 型アンテナは、オメガ局の送信アンテナについて中心鉄塔（高さ400~450メートル）の周囲に16基の鉄塔（高さ100メートル）を建てて、傘型空中線を展張する鉄塔支持型アンテナよりも建設費が安いと云うことで、実験局は、

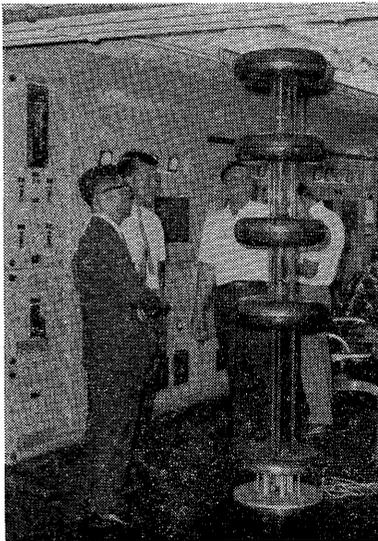
ハワイ・オメガ局位置図



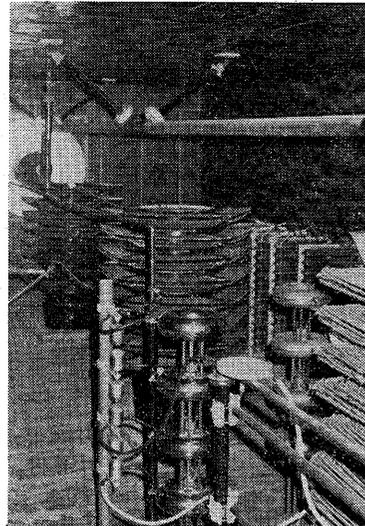
第1図 ハワイ・オメガ局・鳥かん図

ニューヨーク局を除いて他の3局はすべて、Valley Span アンテナを採用しているが、理論的に、この種のアンテナを設計することが極めて難しく、設計と実際の間に、地形に応じて大きな誤差を生じやすい(第2図)。例えば、ハワイ局の場合、10kWの要求に対して約3kW、トリニダード局では、約900Wの輻射電力が得られているにすぎず、実用局にする場合、アンテナ条数の追加および接地系の大改良による損失の軽減など、大幅な改修が計画されている。その後、鉄塔支持型アンテナに関する実験と解析が進み、さらに、システムの手直しで、アンテナ系の所要帯域幅が大幅に狭くなったことから、周辺の16基の鉄塔を省略しても、所要の性能を満足するようになったので、理論的に解析の容易な鉄塔支持型アンテナの有用性が認められ、実用局8局の内の半数は、鉄塔支持型を採用することになっている。このオメガ局の装置が如何に馬鹿でかいかを示すために、コイル舎内に装置されて、オメガの信号を局のタイムシーケンスに従って断続する真空スイッチの写真を示す。(写真3)

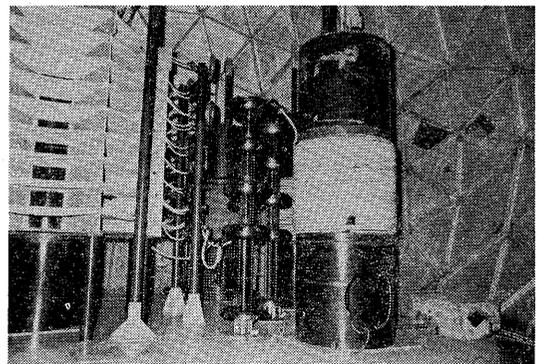
大きなドーナツ状のものは、コナリングで、リング間のガラスパイプの中にスイッチが納められている。このスイッチの寿命はせいぜい2年位との事であった。(写真4) ローディングコイルも、想像以上に大きく、リ



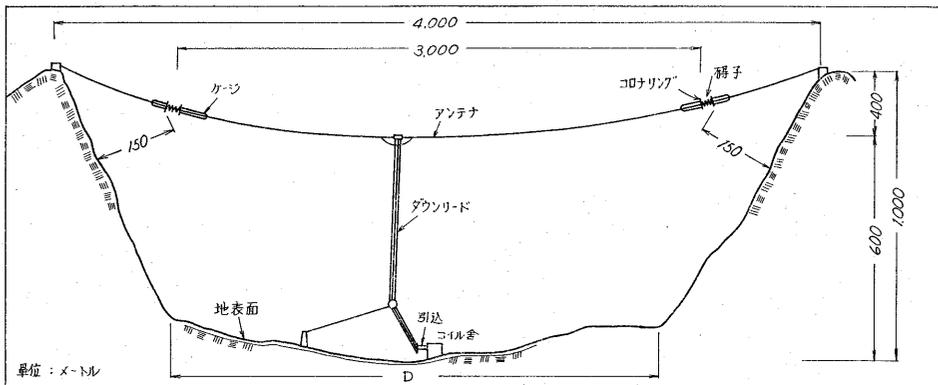
3. 真空スイッチ



4-1. コイル舎内部 (ハワイ局)



4-2. コイル舎内部 (ノルウェイ局)



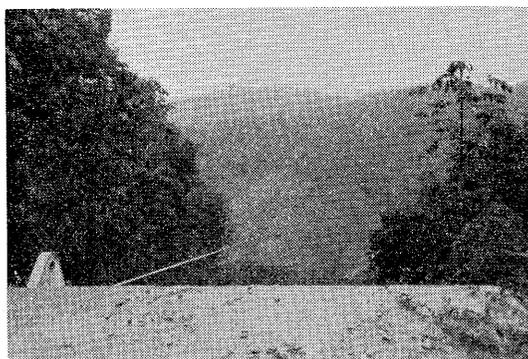
第2図 バレースペインアンテナの標準形状

ツ線が大きなボビンに巻いてあり、バリオメータは、ボビンの中でコアを上下して、Lを変えてアンテナ容量の変化を補償する方式をとっており、話によれば、このものは旧型で、実用局に改造される時には、アンテナの条数を増やして、10kWまで輻射電力を上げるとともに、局内の装置類もすべて新型に換装されるとの事であった。

この Valley は、旧火山口を利用したもので、両側の崖は切り立つた様な絶壁であるが、標準の大きさに比べてややスケールが小さいようであり、さらに、土砂の流失による崩壊を防ぐため、樹木の伐採を制限しているとの事で、アースは、カウンターポイズを採用しているため、実効高が小さくなって、出力も小さくなっているものと思われる。

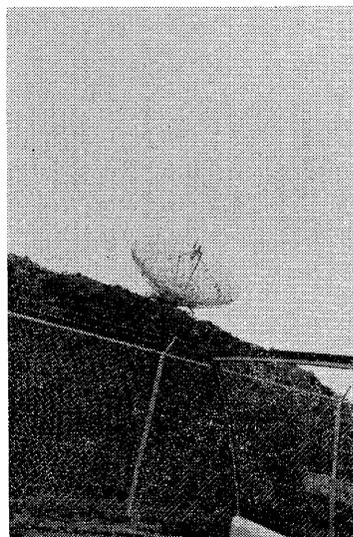
やはり我々には、はじめて接する Valley Span アンテナであり、その規模の雄大さに打たれたことは事実である。

トリニダッドのオメガ局は、ハワイの局よりも、やや新しい感じであるが、Valleyの規模はずつと小さいために、実用局にするためには、スパンを増加し、アース系の大改造が必要であるとの事であった。ハワイでは、雨にたたられて、アンテナのアンカーまでは行けなかつたが、ここでは、車で簡単に行くことが出来た。(写真 5)



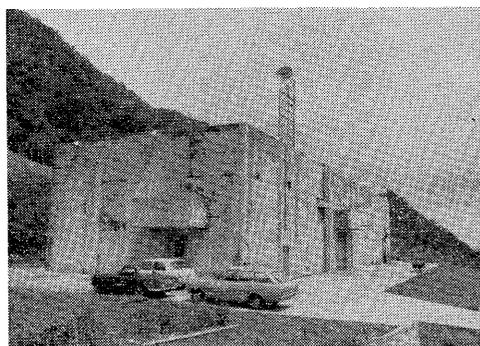
5. アンテナアンカよりアンテナを見る
(トリニダッド局)

7メートル立方のアンカブロックの上からの景色は、下から仰ぎ見るのとは、また違った感じである。この附近には、時たまジャガーが出没するとか、毒蛇が居るから草の中に入らないようにと注意されオツカナビツクリで写真を撮りまくつた(写真6)。このオメガ局のモニタ局の近くに、空軍の衛星追跡局があり、丁度モニタ局に行つた時に、大きなパラボラアンテナが動いているのを見ることができた。この送信局には、特に目新しいものはなかつたが、ローディングコイル系が、新しくなつ



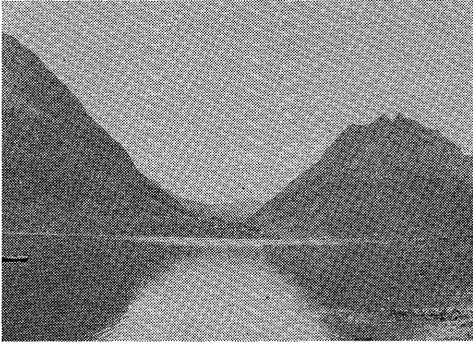
6. 衛星追跡局

ており、実用局のものと同じ考えで作られているとの事であった。(写真 7)



7. トリニダッド局の外観

ノルウェイのオメガ局は、ブラットランドと云う所にあるが、ここまで行くのが大変である。オスローから北極圏の中にあるボドーと云う町までは、幹線航空路で、DC-9で混んでは居たが、まずは快適な空の旅を楽しむことができたが、このボドーからは、ローカル線に乗り換えて逆に南下するのである。この途中で航空機が故障して、モイラナと云う町からは、バス旅行に切り換え、次の日の昼近くに、オメガ局の近くにあるネスナに着いた。ここからさらに1時間、オメガ局のモータボートにゆられて、やつと目的のオメガ局に着いた(写真8)。この局の送信アンテナは本土側のブラットランドから対岸のアルドラ島まで、海上はるかに架設されており、アンテナの直下が海のために、今まで見て来たハワイ、トリニダッドの両局が、アースで苦勞しているのに比べ

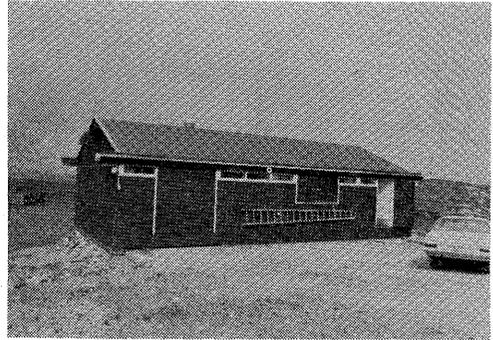


8. ノルウェイ局の遠景

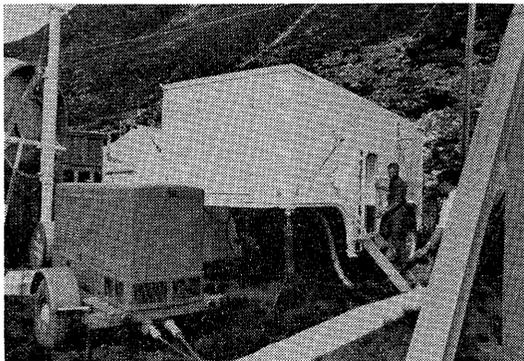
て、ごく簡単なアースが局舎の周辺に施工されているだけで、アース線の末端には石のおもりをつけて海中にほうり込んであるだけで、いたつて簡単である。この局は、我々が見た3局の中で地形的に最もすぐれており、現在のアンテナは2条であるが、これを3条にするだけで、十分10 kWを輻射できるとの事である。局舎は、いかにも間に合せの粗末な木造であるが、実用局にする時には、すぐ近くにコンクリートの局舎を建設する計画との事である。(写真 9, 10)。

3. ノルウェイのデツカ局

オスローからノルウェイのオメガ局へ行く途中、モイ・ラナと云う所で航空機の故障に逢い、ここからバス旅行をしたが、このモイラナの町の背後の山の上に、ヘルゲランドチェーンの紫従局があり、これ幸いと早速この局の見学をした。(写真 11)



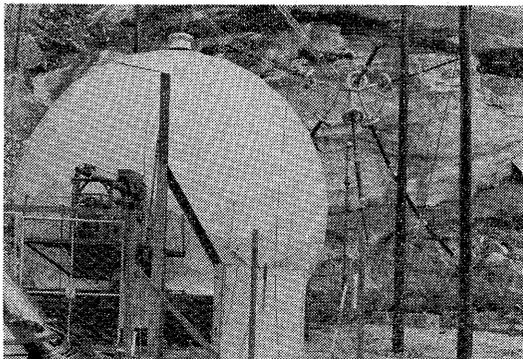
11. ノルウェイ・デツカ局の外観



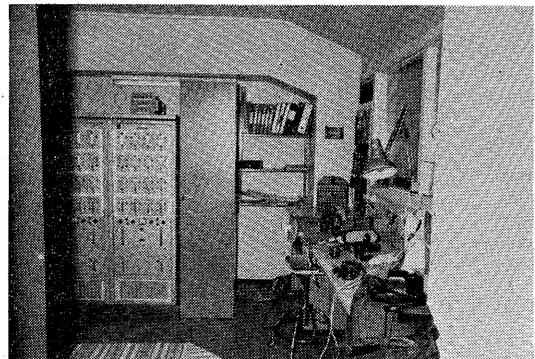
9. ノルウェイ局の外観

この局は、山はだのゴツゴツした見るからに大地導電率の悪そうな山にある。その山の頂上に木造の簡単な小屋と言つた感じの局舎が建つている。局の建設はこの2月に終つたばかりとの事で工事の残材がまだ整理されずにあちこちに散在していた。

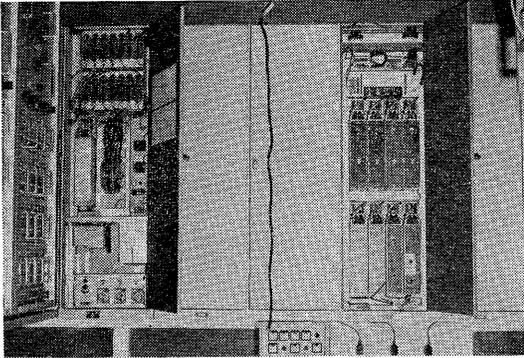
この局と言うよりは、ノルウェイのデツカチェーンは、無人局であり、機器は送信機を含めて固体化されて、コンパクトにまとめられている。この局の送信装置と全く同じものを、ロンドンのデツカファクトリーで見たが、さすがに良く出来ていると感じさせられた。(写真 12,



10. ノルウェイ局のコイル舎



12. ノルウェイ、デツカ局の内景



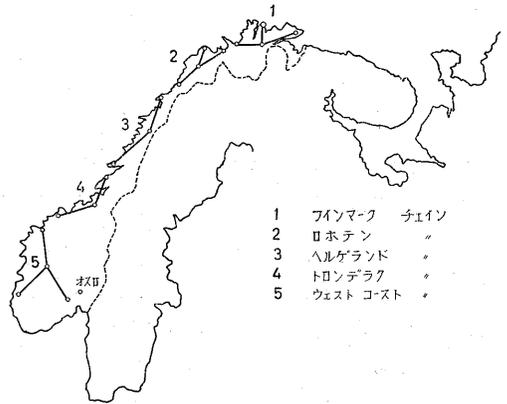
13. ノルウェイ、デツカ局内景(送信機と制御器)

写真 13) この局は無人のために、コントロール局によつて遠隔制御できるような機能をもつていて、最新のデツカチェインと言う感じである。この局を見学した2日後に、このチェインの主局を見学したが、局舎の外は全く同一の構造であつた。ノルウェイのデツカチェインは、我々の北海道チェインとほぼ同じ頃に建設されたが、現在、運用中のチェインは、5 チェインで、その建設のスピードと、外国製品ではあるが、固体化された送信装置の採用と無人化に踏み切つた積極性は、大いに賞賛すべきであると考え。振り返つてわが国の場合を見ると、家電器具では、或る程度の水準にも達し、輸出もはなばなく行われているが、我々の様な特殊な分野では、もう一歩の感が強い。この様な事は、今度の旅行では、アメリカのあちこちで経験したが、ロンドンのデツカファクトリでも、そしてこのノルウェイでも、その感を強くした。GNP が世界第2位とかで、浮かれているが、日本の輸出品の中に、本当に日本人の頭脳の所産として誇り得るものが、いくつあるかを考えて見れば、とてもGNP 2位で浮かれる気分にはならない筈である。

ノルウェイのデツカの利用者は、約1,100でこの内漁船は、約400~500隻が利用している他は、救難関係が20隻程度利用しているとの事であつた。

デツカチェインとしては、長い基線のものも多く、導電率も悪いので、チェインによつては、同期が良好にとれない所もあるそうである(第3図ノルウェイデツカチェイン)。同期のためにルビジウム原子周波数標準を使用しているが、月に1回の較正が必要との事であつた。デツカチェインは、主局と3従局の他に、主局に近接して「監視・制御局」があり、主・従局はすべて無人局で、この「監視・制御局」がチェインの監視と全局の制御を行つている。無人局の見廻りは、月に1~2回との事であつた。

デツカの場合、陸上の伝搬速度が大きな問題になるが、ノルウェイの場合、チャートは299.000 km/ms の速度で計算しており、実測値は、298.600 km/ms との事で、相当、精度の高いチャートが作られているようである。



第3図 ノルウェイのデツカチェイン

チャートも20万分の1と30万分の1の縮尺で作られているとの事であつた。

内陸部は冬季の夜間は、利用不能となるが、季節変化は考えていたよりも小さく4~5センチレーンしかないとの事で、ルビジウムを使用しているため、夜間の変動も、0.1~0.15レーンで、0.2レーンを超えることはないそうである。

ノルウェイのデツカチェインは、北極圏に近いことと、地質的に伝搬特性が不良であるため、局間の同期と、「監視・制御局」での受信不良から、同期状態を誤認することが多く、利用時間率が低くなり勝ちであり、この点を解決することが、今後の課題であると、我々を案内してくれた、Norwegian Joint Signal Administration のシニア・エンジニアのグローセン氏が話してくれた。

4. コーストガード・エレクトロニクス・エンジニアリング・センター

このエンジニアリング・センターは、ニュージャージー州のワイルドウッドにあり、コーストガードのエレクトロニクスの技術センターであり、ロランの送信装置の改良、世界の著名な船用レーダの評価試験から、新しい機器の開発まで幅広い活動をしている(写真14)。このセンタ



14. コーストガード・エレクトロニクス・エンジニアリング・センター

は、1948年に創設され、現在、ロランA・ロランC・研究所の3部門があり、研究所は、マイクロ波・レーダ・ラジオビーコン等の研究、開発、評価を行つている。さらに、若い技術者の養成と言う使命をも、もつていとの事である。このセンタの敷地内に、ロランA局とロランC局の現用施設があるが、いずれも普通の施設で特に目新しいものはなかつた。このセンタでは、ロランAとロランCのいずれにも使用できるIC化されたタイマのプロトタイプが最も興味深かつた。ロランAについては、オメガの実用化と相俟つて、システムの廃止が云々されているにも拘らず、なお新型タイマの開発にエネルギーをそそぐ態度は見上げたものであり、このタイマたるやわれわれが、現在使用中の国産タイマの半分位のスペースにコンパクトにまとめられており、われわれの周りが一刻の休もなく、進歩していることを、ひしひしと感じた。

5. むすび

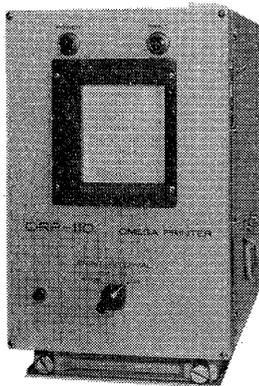
オメガ局建設のための資料収集と言う目的で、3局のオメガ局の調査に加えて、外国の電波標識の施設を見学し、さらに、これらを管理している多くの人々に会い、同じ仕事にたずさわる者のみが持つ親近感の中で、色々な問題について聞く事が出来たことは、大変幸せであると思う。その折々に触れて強く感じた事は、この世界もやはり日進月歩であり、今後はさらに、世界の進展に目を向けなければ、取り残されるのではないかと言う事であつた。幸い、オメガシステムへの参加も本格的となり、その方面からも、多くの情報が得られるようになって来ている。

終りに、以上を纏めるに当り、「燈光」に掲載された、伊藤昭三九氏の「27日間世界一周」を参考にさせていただきました。

紹介

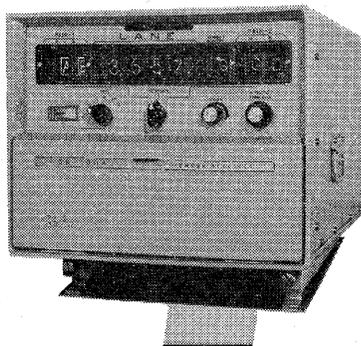
オメガ受信装置

光電製作所



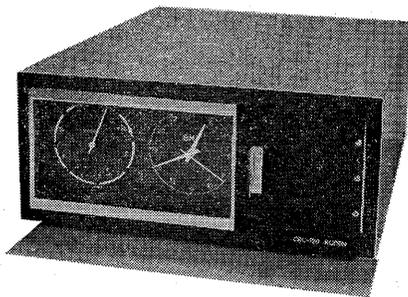
プリンター部ORP-110

ジャーナル式・プリント回期=1分・10分・60分
2組の位置線・図形・日時分秒をプリント



受信表示部OR-100A

1. 受信周波数 10.24Hz 13.6kHz 11.33kHz
2. 機器精度 1センチレーン
3. ダイナミックレンジ 80dB
4. 受信感度 0.01μV
5. 測定方式 2対局自動追尾
6. 位置線表示 レーン(3桁)+センチレーン(2桁)
7. 位置線の本数 2
8. セグメント同期 自動又は手動
9. 消費電力 100VA(AC)
10. 使用電源 AC100V-120V AC200V-240V DC24V
11. アンテナ 4mホイップアンテナ



オメガ標準時計部ORC-120

3ヶ月0.1秒の精度(予時計調整可能)

オメガ送信局建設計画について

*前海上保安庁燈台部 電波標識課長

海上保安庁警備救難部参事官 清野 浩

Construction Project of OMEGA Transmitting Station

Maritime Safety Agency

Hiroshi KIYONO

Abstract

A preliminary technical survey for the construction of the OMEGA station in Japan was finished in 1969, and the construction is scheduled to be completed on a three-year program from fiscal 1970 to 1972.

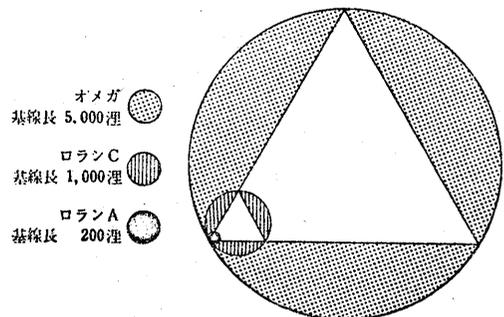
The present text gives an explanation of the whole project of the OMEGA Navigation System in Japan as well as the current implementation status of the same system in the world.

1. オメガシステムの概要と世界の動向

オメガシステムは、ロラン A 方式の創始者として有名な、アメリカハーバード大学の J・A・ピアス教授が、位相差方式が時間差方式よりも優れている事に着目し、ラダックス・オメガ等を経て、最終的に到達した電波航行援助方式である。

オメガシステムは、位相差方式である点で現存するデッカシステムに類似しているが、このシステムが、ロランデッカに比してすぐれている点は、有効範囲が格段に広いことで、地球上にわずか8局のオメガ送信局を設置することによつて、地球上のあらゆる地点において、ほぼ均一の精度で位置を決定することが可能であり、全世界を単一のシステムでカバーすることが出来る点にある。(第1図)

オメガシステムは、10 kHz から 14 kHz の超長波を使用しており、有効範囲は 5000 浬から 6000 浬に及ぶため、送信局相互間の距離を長くすることが出来るので、双曲線航行方式の最大の欠点である双曲線の発散を小さくすることが出来、さらに基線長が長く、局の配置が適切で



第1図 オメガとロランの有効範囲比較

あることから、位置線の交角が 60 度以下になることがないので、位置決定の精度は場所によつてほとんど変化しない利点がある。このシステムが実用されると、インド洋北太平洋など、現在、電波航行援助方式の恩恵を受けることの出来ない地域においても、昼間 0.5 浬、夜間 1 浬の精度で位置の決定が可能となる。

アメリカでは、1958 年以来、ニューヨーク、ハワイ、ノルウェイ、トリニダッドの 4 ヶ所に実験局を設置して、主として大西洋海域において、オメガシステムの評価試験を行なつている。この評価試験の結果、すでに大西洋全域および太平洋の一部については、オメガチャートおよび空間波補正テーブルが作成されている。

(第2図)

アメリカでは、多年にわたる実験の結果から、この方式の優位性を確認し得たとして、1972 年をこのシステムの完成の目途として、関係諸国(日本・ノルウェイ・フランス・オーストラリア・アルゼンチン・イギリス)にこのシステムへの参加を呼びかけ、各国もまたこのシステムの有用性を認識して、送信局の建設に着手してい

* 所在地 東京都千代田区霞ヶ関 2 の 1 の 3
2-1-3, Kasumigaseki, Chiyodaku, Tokyo

OMEGA SKYWAVE CORRECTIONS FOR 3.4KC. USE WITH 0.9974 TIMES GROUNDWAVE CHARTS LOCATION: 44.0 N 16.0E I.O.P:A-C: ALDRA- MAIKU

Table with columns DATE, GMT (00-24) and rows for months JAN to DEC. Values are numerical corrections for each time slot.

LOCATION: 44.0N 16.0E I.O.P:B-C:TRINIDAD- NAIKU

DATE GMT 00 01 02 03 04 05 06 07 08 09 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24

Table with columns DATE, GMT (00-24) and rows for months JAN to DEC. Values are numerical corrections for each time slot.

第2図 空間波補正テーブル

る。(第3図)

現在、送信局の建設に関係している諸国はアメリカをはじめとする上記各国であるが、それ以外の諸国でも、下記に示すように、このシステムの完成のために計画に参加している。

アメリカ

このシステムの提唱国であり、すでにハワイ・ニューヨーク・トリニダッドの実験局を運用中であり、ハワイ実験局は、1972年3月には実用局の規模に拡張される予定である。

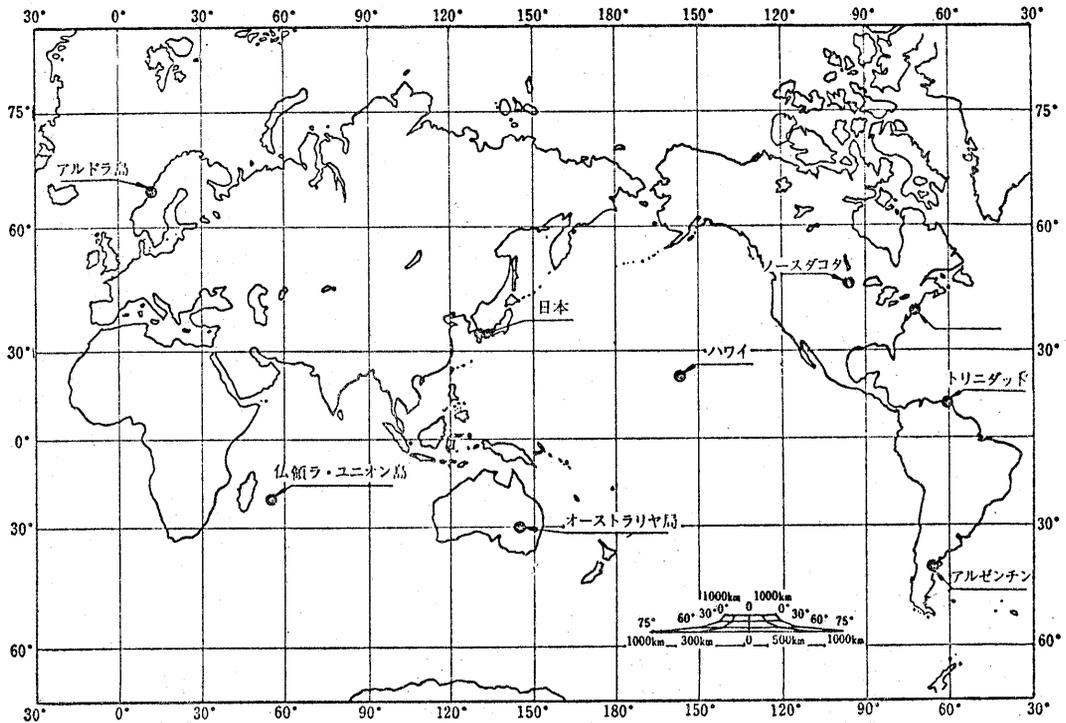
ニューヨーク実験局に代る実用局をノース・ダコタに建設中であり、各国の送信局の運用員の技術研修を行なうために、1971年10月には、運用が開始される予定である。さらに、トリニダッドの実験局

を1973年4月までに、実用局の規模に拡張する計画を進めているが、実験局から実用局への拡張は、業務を休止することなく実施される由である。

以上の、ハワイ、ノース・ダコタおよびトリニダッドの3局は、アメリカのコースト・ガードが運用を行なうこととなる。

イギリス

アメリカ以外に、オメガ受信機の開発を行なっており、すでにその一部は市販されている。ヨーロッパ、北大西洋、およびカリブ海で、システムの評価試験に参加して居り、クイーン・エリザベスII号にも、アメリカのノースロップ社のオメガI型受信機が装備されている。



第3図 オメガ送信局配置図

ノルウェイ

アルドラ島にある実験局の運用を行っており、この局は1972年5月までに実用局の規模に改修される。

評価試験への参加も積極的であり、多数の商船が、大西洋における評価試験を実施している。

フランス

ラ・レユニオン島に送信局を建設中であり、この局は、1972年5月には完成する。

カナダ

ハドソン湾において評価試験を行っており、カナダ・コーストガードは、北極海において砕氷船を使用して評価試験を行っている。

オーストラリア

このシステムへ参加することとなり、送信局を1973年2月までに建設する。

アルゼンチン

送信局を1972年8月までに建設することとなっている。

ブラジル

アメリカのオメガチャート作業を援助するため、

リオデジヤネイロで受信機による評価を実施中である。

さらに、これ以外のスウェーデン、西ドイツ、イタリア等も、このシステムの完成に強い関心を示している。

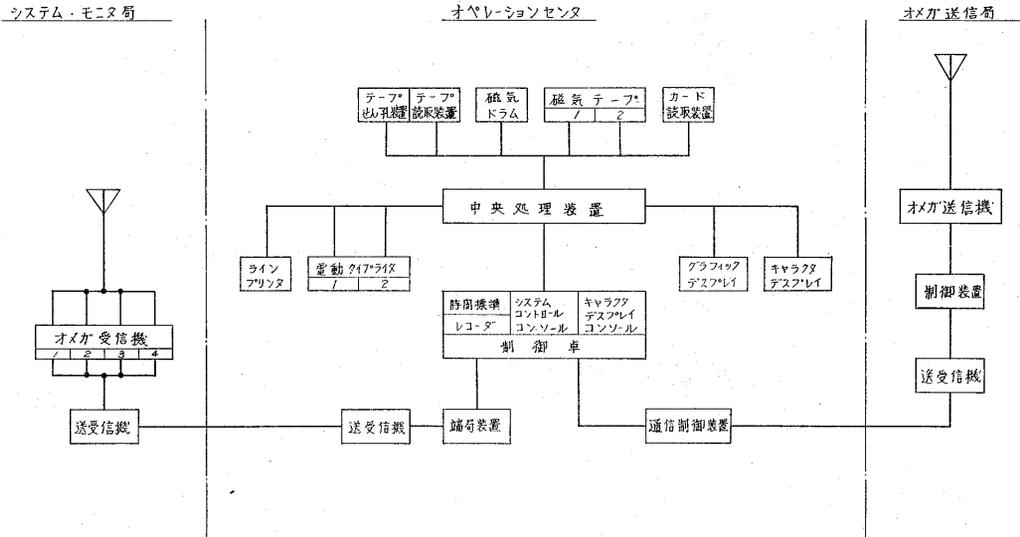
以上の様に、多数の国々がこのシステムの完成のために協力しており、わが国においても、1972年10月までに試験電波の発射が可能となるよう、建設が進められつつある。

2. オメガ・システムの構想

オメガシステムが、汎世界的な電波航行援助方式であることは周知のとおりであるが、このようなシステムの特質上、システムの運用については、ロランA、デツカとは異なる配慮が必要となる。双曲線航行方式においては、システムの運用を監視するシステムモニタ局が必要であるが、オメガシステムにあつてはシステムモニタは、世界的な規模で必要となる。

オメガシステムにおいても、他の双曲線航行方式と同じく、すべての局の同期が必要であり、同期の誤差はそのまま、測定の誤差となるので、同期の保持はきわめて重要である。

このため、各送信局は、他の7局のオメガ送信局から



第4図 オメガシステム・オペレーションセンタの機能構成図

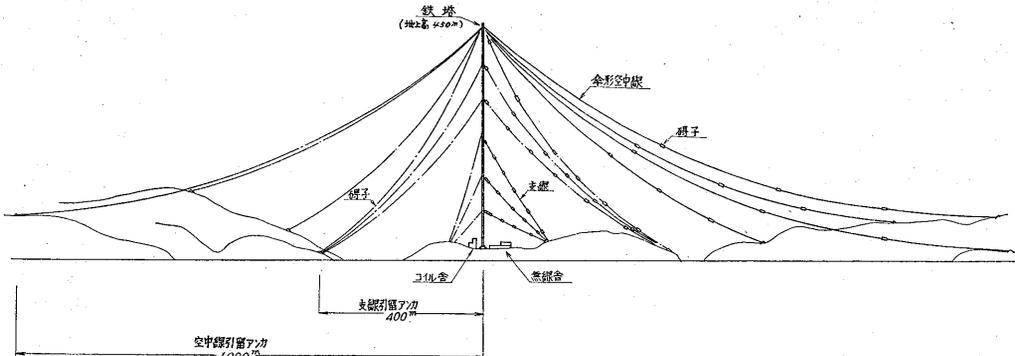
の信号を受信して、それら受信信号の相関関係から、同期誤差を検出して、送信局を制御する機能をもつ「受信・制御局」をもつ必要がある。この「受信・制御局」は各送信局の「受信・制御局」と相互に有機的な連係を保ち、システムを正常に運用していく、システムの中核である。この「受信・制御局」を、われわれが、「オペレーション・センタ」と呼んでいるのは、正に上記の様な重要な機能を、この局がもっているからに外ならない。(第4図)

「オペレーション・センタ」のもつべき機能の第1は、上記の様に、同期維持のための送信局制御機能であるが、この機能を十分に発揮するために、各送信局からの信号を受信する機能と、それらの受信信号の相関から誤差を計算するための機能が必要となる。さらに、第2の機能として、計算された結果で送信局の送信信号の位相を制御する機能を持たなければならない。さらに、この第1および第2の機能を充分に活かすために、送信局の運用状況を完全に把握するための監視機能をもたなければならない。

しかも、このシステムモニタの結果によつては、一般

利用者への周知および他の送信局の位相制御が必要となる。これらの要求に応じ、円滑に事態を処理するためには、行政機関の判断が必要となるので、「オペレーションセンタ」は中央の行政機関と直結することが必要である。「オペレーションセンタ」は、その受信機能を完全に発揮するために、送信局附近の強電界区域を遠く離れることが必要でありさらに他の送信局からの弱い信号を受信するために、周囲に雑音源の少ない場所に「オペレーションセンタ」附属の受信局を設ける必要がある。「オペレーションセンタ」の機能を第4図に示した。

オメガ送信局は、長崎県上県郡上対馬町の加勢ヶ浦地区に建設されることとなり、すでに一部着工されている。この加勢ヶ浦には、13戸の部落があつたが、地元の人々の絶大な協力を得て、11月にはすでに全戸の立退が完了している。第5図にこの附近の地勢図を示すが、この部落の中心を少し離れた地点に、450メートルの大送信鉄塔が建設され、この鉄塔の最上部から、16本の空中線が周囲の山頂まで、海をこえて展張される計画である(第6図)。この空中線の諸元は、第1表に示すとおりである。送信局は、この鉄塔から約200メートル



第6図 送信空中線の形状図



第 5 図 加勢ヶ浦地形図 (傘型中線展開図)

ル離れた場所を整地して建設され、その広さは約 1500 平方メートルである。この他、鉄塔基部に近接して約 350 平方メートルのコイル舎が建設され、ローディングコイル、バリオメータ等が収容される。

第 1 表 送信空中線の諸元

構造上の諸元

- 450 メートル 3 方 6 段支線式鉄塔
- 鉄塔の太さ、直径 3 メートル
- ” ”の重量、約 1.000 トン
- ” ”基部にかかる重量、最大約 3.000 トン
- ” ”の耐えうる最大風速、60 メートル/秒
- 空中線の本数、16 本
- ” ” ”の平均長さ、約 1.000 メートル

電気的特性

- 空中線の実効高さ、199.5 メートル
- ” 静電容量、0.0344 μF
- ” 共振周波数、41.5 kHz
- ” バンド幅、21.5 Hz (於 10 kHz)
- ” 電圧、170 KV (”)
- ” 基部電流、376 A (”)
- ” 入力インピーダンス
0.956 + j 426 Ω
(於 10 kHz)

第 2 表 オメガ送信局設備機器一覧表

機 器 名	規 格	数 量
送信機	10.0~14.0 kHz のうちの 5 波出力 150 kW	2 台
送信機出力切換器	空中線—ダミー切換	1 台
タイミングセット	時間安定度 10^{-12} /日	4 台
ダミー	抵抗値 75 Ω 容量 150 kW	1 台
空中線同調器	10.0~14.0 kHz のうちの 5 波自動同調方式	1 式
発動発電機	発電電圧 6000 V	1 台
”	発電電力 800 kVA	
”	発電電圧 200 V	1 台
”	発電電力 55 kVA	
電源制御盤		1 式
高圧受電盤	受電電圧 6000 V 受電容量 800 kVA	1 台

3. 送信局建設計画

日本政府がオメガ送信局の計画に着手したのは、昭和 44 年度であり、この年に、オメガ送信局の建設のための技術的調査費として約 4900 万円の支出が認められ、主として鉄塔の構造設計・空中線系の電気特性を確認するための実験、道路建設のための測量・等が実施された。

この結果、昭和 45 年度には、約 4 億 2000 万円で、鉄塔の製造、敷地造成、建設工事に必要な道路の建設などが、すでに行われている。この他、鉄塔の支線用ワイヤ、支線に挿入される支線碍子等が技術上の難点を解決して、製造されつつある。以上の様に、45 年度は、一部資材の購入の他は、46 年度の建設にそなえて、現地の体制づくりを行つている。特に、44 年度に実施した道路測量の結果、道路建設には、多大の経費と長年月を要することが判明し、資材の輸送は道路に頼らず、海上より行なう方が経済的であるので、そのための岸壁の建設、荷揚用 3 脚デリックの建設工事等が新しく追加された。

昭和 46 年度は、資材の購入を本年度に引続いて行なうとともに、450 メートル鉄塔の建柱工事が行われる予定である。この鉄塔建設は、わが国に前例を見ない大規模なものであり、建上げ用のクライミング・クレーン、建上げ工法等、さらに検討を必要とする幾多の難問題をかかえている。昭和 47 年度は、送信局舎、コイル舎の建築、空中線の展張に引きつづいて、機器の据付、調整が行われる計画である。

第 3 表は、送信局建設の工程の大略を示すものである。

4. むすび

以上の様に、オメガシステムは、前例を見ない程の大規模な構想で、全世界 1 体となつて完成されるものであり、システム完成後はさらに、空間波補正のために、大がかりな評価試験を実施する必要がある。

送信局、「オペレーションセンタ」の建設にしても、早急に解決せねばならぬ技術的な問題が山積している。

1 日も早く、オメガシステムを世に送り出すために、大方の御協力と御助言がいただければ、望外のよろこびであります。

第 3 表 オメガ送信局の建設計画表

	昭和 44 年度	昭和 45 年度	昭和 46 年度	昭和 47 年度
調査設計				
土木工事				
敷地造成				
道路建設				
その他				
工事材料購入				
鉄塔本体				
支線・支線碍子				
台碍子				
電源装置				
無線機器				
建築工事				
建柱工事				
送信機局舎				
宿舎				
機器据付				
送信局				
その他				
評価試験				

紹介

JLA-101 形オメガ受信機

日本無線株式会社

特 長

1. 自動計測

4局のオメガ信号と自動追尾し、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

位置の移動にともなつ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ます。また電波伝播の異常も監視できますので、正しい測定ができます。

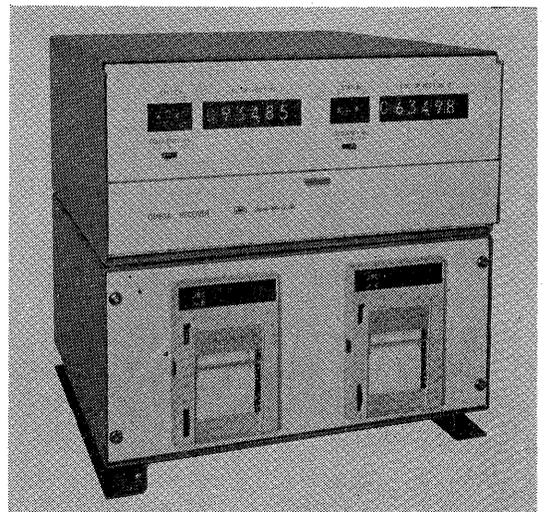
5. A.T.C.

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

期ずれが起こることは絶対にありません。

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。



海軍航行衛星システムの測位実験結果

*電子航法研究所 木村 小一
藤田 光紘
伊藤 実

Position Determination Experiments by the Navy Navigation Satellite System

*Electronic Navigation Laboratory

Koichi KIMURA
Mitsuhiro FUJITA
Minoru ITO

Abstract

Position Determination Experiments by the Navy Navigation Satellite System have been made at the Electronic Navigation Laboratory of Japanese Ministry of Transport since fall 1969. This paper describes outlines of researches on utilizing methods of this Satillite System in Japan. Then, the paper gives receiving equipments used by the Laboratory and the method of data process. The results of the experiments during 24 hours and one month are shown in Figure 8 and 9. The RMS error of position fix was about 600 meters.

1. はし が き

本「電波航法」誌の第4号(1963)には、当時防衛庁におられた伊藤実氏が「人工衛星を用いた航法」と題して、当時トランシットシステムと呼ばれていたアメリカの海軍航行衛星システム(NNSS)を展望している⁽¹⁾。これはわが国における最初の航行衛星(当時は航海衛星と呼ばれていた)の紹介ではないかと思われるが、このシステムの研究の開始は1957年で、1960年4月には最初の実験衛星トランシット1Bの打上げが行なわれている。その後数個の実験衛星の打上げでシステムの可能性が確認され、前述の伊藤氏の展望が出された段階は最初

の運用型衛星の打上げが行なわれる前後で、秘密の度合いが強化されていた頃である。その後、米国防総省は1965年1月に、このNNSSと名付けたシステムが1964年7月に運用に入り、原子力機動艦隊の世界巡航でその有効性が確認されたことを発表し、更に、1967年7月にはこのシステムの民間利用を認め、その利用技術が提供可能であることの大統領発表が行なわれた。

われわれがこのシステムの基本をなす衛星からの電波のドプラ周波数の利用に注目したのは1962~3年頃である。種々の調査を行なつたけれども発表内容には限界があり、特に衛星からの軌道情報の送信のフォーマットなどは得ることができなかつた。

1966年、船舶技術研究所に衛星航法研究室が新設されたとき、このシステムの利用も一つの研究テーマとして考えられたが、結局はいわゆるドプラ方式、すなわち衛星と利用者との距離の時間変化率を測定する方式の衛星航法システム全般について検討する目的で、VCO(電圧制御発振器)受信装置の試作を行なつた⁽²⁾。この受信装置は各種の人工衛星のドプラ追跡ができるよう136~138 MHzと400~401 MHzの何れかの受信バンドを切換で受信できるほか、NNSSに割当られている149.9~150.05 MHzと399.9~400.05 MHzの何れかの周波数帯をも切換で受信できるよう配慮した。この受信装置が後述するように、われわれのNNSS利用の研究の中心として使用されたのであるが、その後の情報によつて衛

* 所在地 東京都三鷹市新川 6-38-1
38-1, 6-chome, Shinkawa, Mitaka, Tokyo

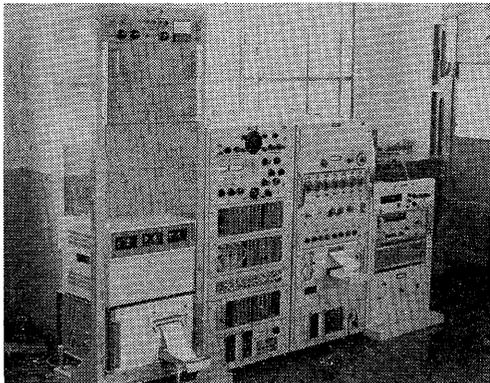
星からのデータの復号装置などが追加試作された。こうして 1969 年秋には一応の受信と測位が可能となり、その結果について同年末の電波航法研究会で発表ができる段階に達した。

一方、運輸省船舶局提唱の「船舶の高度集中制御方式の研究」の一環として、航法の自動化のための船位測定にこのシステムの利用を考えることになり、日本船用機器開発協会の補助事業として受信装置の開発が、またデータ処理などのソフトウェアの研究を日本造船研究協会の研究部会が行なうことになった。われわれはこれらの研究にも協力することになり、今日に到っているが、それらの成果は超自動化船「星光丸」の中に組み入れられ、海上評価実験が行なわれている。

ここでは、最近のわれわれの測位実験結果について簡単に報告するが、同じ結果は一二の別のところでも報告⁽³⁾⁽⁴⁾してあるので、詳しくはそれらを参照されたい。また、システムの詳細についても参考文献⁽⁵⁾⁽⁶⁾を参考とされたい。

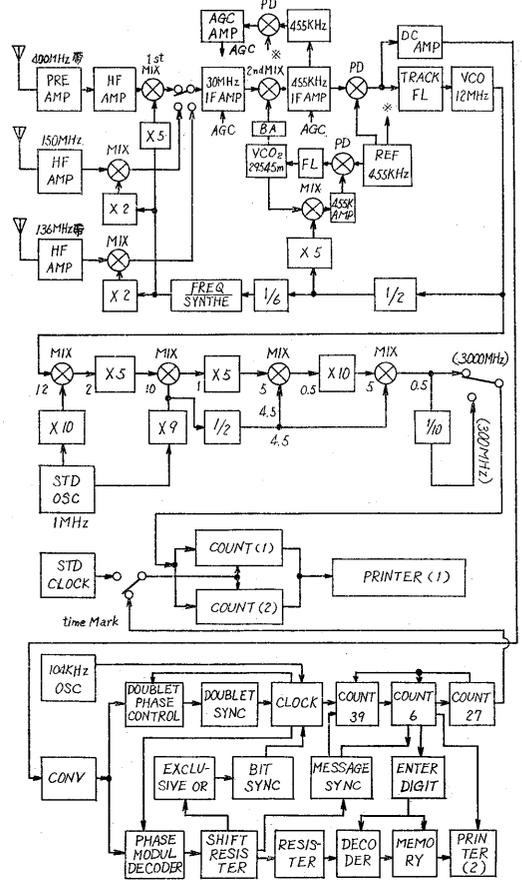
2. 電子航法研究所における受信装置

第 1 図に電子航法研究所における受信装置の外観を、第 2 図にその系統図を示す。



第 1 図 電子航法研究所における受信装置

系統図から明らかとなり、この受信装置は 136 MHz、150 MHz または 400 MHz 帯のうちの 1 波を切換で受信する装置であり、細部の周波数は周波数シンセサイザで選択できる。136 MHz は一般の人工衛星用のテレメータバンドで、その使用の一例として日本の人工衛星「おおすみ」打上げの際の第 4 段加速のドプラ追跡の様相を第 3 図に示す。NNSS に属する衛星は電離層による屈折の誤差を補正するためすべて 149.988 MHz と 399.968 MHz の 3 対 8 の関係にある 2 波の周波数を送信してい



第 2 図 電子航法研究所における受信装置の系統図

る。この周波数のうち 150 MHz 帯は妨害電波等で安定な受信が不可能であつたので 400 MHz 帯のみの受信実験を行なつている。受信機部は 2 重スーパーヘテロダインの位相同期型で、衛星からの電波のドプラを受けた受信周波数は 12 MHz の VCO (電圧制御発振器) に置き換わる。この周波数は、系統図中段の周波数カウント回路で、250(25) 通倍され、公称 5×10^{-10} の周波数安定度をもつた 1 MHz の標準発振器よりの通倍周波数とビートがとられる。結果的には 3000(300) MHz と 2999.5(299.95) MHz との差周波数 500(50) KHz を中心するとドプラ周波数としてカウントされる。カウント時間は衛星からの 2 分ごとの時間信号で、市販の 2 台の周波数カウンタで交互にカウントし、1 台のプリンタで出力される。(第 4 図の上部にその例を示す。) なお、水晶時計からの時間信号でカウントすることもできる。

系統図の下段は衛星からの軌道予報値を中心としたデータの解読回路である。衛星からの信号の変調波形は第

CALCULATION FOR NNSS POSITION FIX						
INPUT ORBIT AND OTHER DATA		TIME OF PERIGEE (TP)	=	114.2750		
		MEAN MOTION (N)	=	3.3564452	PERIOD (T) =	1.6.9377
		ARGUMENT OF PERIGEE (W)	=	100.7961		
		CHANGE RATE OF ARGUMENT (DW)	=	.0019431		
		ECCENTRICITY (E)	=	.008971		
		SEMI MAJOR AXIS (AU)	=	7463.02		
		ASCENDING NODE (OMEG)	=	279.2841		
		CHANGE RATE OF NODE (DOMG)	=	-.0000022		
		COSINE OF INCL. AGL. (C1)	=	.000187		
		GREENWICH AGL. (RA.G)	=	19.2330		
		SINE OF INCL. AGL. (S1)	=	1.000000		
OTHER INPUT DATA		ESTIMATED LAT.	=	35.0	N	
		ESTIMATED LON.	=	139.0	E	
		COURSE	=	.0		
		SPEED	=	.00		
		ANTENNA HEIGHT	=	.123		
		DATE OF GMT (PDAY)	=	9.12		
		TO OF GMT (TO)	=	626.0		
		DATE OF PERIGEE (TPDAY)	=	9.12		
EPHEMERAL ORBIT DATA AND DOPPLER COUNTS						
TK	DELTA EK	DELTA AK	DOP. CT.	DOP. CT. (32KHZ)	SYNC	
626.	.0086	2.30				
628.	.0090	2.05	65369119.	3123998.	1	
630.	.0092	1.75	62445605.	3513865.	1	
632.	.0092	1.43	58035584.	4101966.	1	
634.	.0089	1.09	54045693.	4527355.	1	
636.	.0084	.77	53443789.	4714307.	1	
638.	.0077	.47	52895053.	.	0	
640.	.0068	.22	.	.	0	
642.	.0057	.03	.	.	0	

第 6 図 電子計算機からの出力データ (その一)

タに並ぶことで確認され、これによつて各カウンタの動作がはじまる。こうして得られた 2 進符号は普通航法に使用される各語のはじめからの 32 ビットが 10 進化され、8 桁の数字でカウンタから第 5 図の下の方で 2 分ごとに繰返し打出される。

3. データ処理

第 5 図に与えられた形のデータから船位を求めるためには普通は電子計算機を使用する。われわれは、これを NEAC 2200-400 の大型計算機で行なうほか、ミニコンピュータ HITAC-10 で行なうことも試みている。現在のところ使用言語としては FORTRAN を使っている。

計算は主としてつぎの手順で行なわれる。第 6 図は、第 5 図に示すようなデータを整理し、かつ他の必要データを加えて計算機から出力したものである。第 5 図の下の※のところはドプラカウント値で同図の上にある 8 桁の数字が入り、これは第 6 図では DOP. CT. として処理されている。つぎの (32 KHz) となつていところは受信周波数と 400 MHz とのビート周波数に換算したときの値で、われわれは協同研究の関係上この値への換算を行なつてはいるが、特にこの変換の必要はない。SYNC の欄の 1 (有効), 0 (無効) は手動入力で、ドプラカウント値の正常、異常を示すもので、0 の欄は計算には使用されない。

第 5 図の下から 2 行目から上への 8 行はいわゆる Ephemeral Data で衛星からの時間信号の 15 分単位の時間、軌道楕円からの 2 分ごとの衛星の前後方向および半

径方向のずれの複合数字で、整理をすれば第 6 図の TK, ΔEK, ΔAK の欄ようになる。第 5 図のそのうえの数字はケプラパラメータであつて、位どり、正負の判定によつて第 6 図の上段のように整理される。第 6 図中段の数字は手動入力の値で、3° 程度までの範囲の推定位置の緯度、経度、受信点が動いているときはその針路と速度、アンテナの高さ (これには受信点の地球のジオイド面からの高さが加味されている。), GMT での日時などである。

以上のデータをもとに計算がはじめられる。まず、2 分ごとの衛星位置が地球に固定した直交座標系で求められる。その値を第 7 図上段に示す。右の値は参考までに求めた衛星直下点の緯度、経度である。

つぎの段階では上で求めた衛星位置を使つて推定受信位置で受信をしたときのドプラカウント値が理論的に計算される。この値と測定カウント値との差は緯度、経度と更に送信と受信機の局発との両周波数の長期間の偏移にもとづく差周波数の相違によつた 3 つの未知数をもつた 1 次方程式として表わされる。この方程式は第 6 図の SYNC の "1" の数だけ作られ、その数が 2 以下であれば解は得られず、4 つ以上あれば最小自乗法によつて 3 元 1 次の連立方程式に変換をする。こうして求めた 3 つの未知数の値は、方程式を作つた偏微係数が推測位置でのものであるため、1 回では正しい解は得られないので、推測位置を修正しつつ、解がある範囲に収束するまで繰返される。第 7 図下段は 4 回の繰返して解が求められたことを示している。

SATELLITE POSITION					
IK	X(K)	Y(K)	Z(K)	LAT. (DEG)	LN. (DEG)
626.0	-4618.588	5170.565	2130.939	21.4998	131.7727
628.0	-4374.816	4927.543	3524.531	28.2617	131.2728
630.0	-3976.159	4610.778	4269.014	35.0369	130.7732
632.0	-3578.567	4223.596	4953.877	41.8248	130.2739
634.0	-3138.629	3770.427	5569.381	48.6246	129.7751
636.0	-2663.479	3256.785	6106.778	55.4353	129.2771
638.0	-2160.656	2689.179	6558.359	62.2559	128.7806
640.0	-1638.009	2075.055	6917.663	69.0851	128.2869
642.0	-1103.548	1422.675	7179.438	75.9214	127.8002

NO. OF ITERATIONS AND THEIR RESIDUALS						
NO.	DELTA F (C/M)	DELTA LAT (RAD)	DELTA LON (RAD)	LO FREQ (HZ)	LAT (DEG)	LON (DEG)
1	.11842459E+04	.11500505E-01	.11093039E-01	32019.7374	35.65893	139.63558
2	.31307898E+03	.32755456E-03	-.12247582E-02	32024.9554	35.67770	139.56541
3	-.11774729E+01	-.14304673E-05	-.25006014E-05	32024.9358	35.67762	139.56527
4	.71924639E-03	.45610411E-09	.45338875E-09	32024.9358	35.67762	139.56527

CALCULATED POSITION AT 626. MIN. LAT 35. 40. 39.42 N LON 139. 33. 54.96 E

第 7 図 電子計算機からの出力データ (その二)

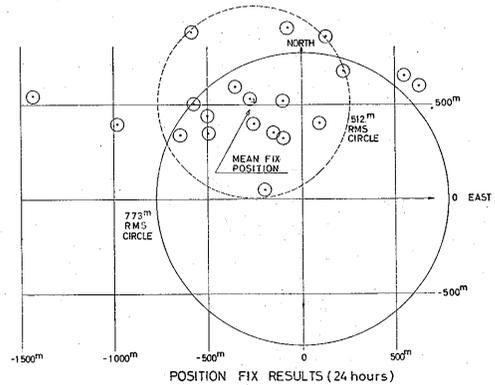
4. 測位実験の結果

1965 年末現在 5 個の衛星が軌道にある。その軌道は極めてよく制御された円形極軌道であつて、全衛星の軌道要素を上下限で示せば、長半径 7441.8~7465.1 km, 離心率, 0.0168~0.0028, 赤道に対する軌道傾斜 89°15'~90°12' と良く制御されているが、各衛星の軌道面の交互が理想的には 36° (180°/5) であるのに対し、36.4°—36.6°—41.8°—5.1°—60.1° とある 2 個の衛星が周回方向は逆であるが僅か 5.1° 異なる軌道面上にありなお順次近づきつつある (何れも 1970 年末の状況)。これらの衛星の周期は 107 分弱であり、そのため、地球の自転に伴つて、衛星の軌道は一周ごとに西方へ約 26.7° ずつずれて行く。東京付近 (36°N) での高度 1,000 km の衛星の可視範囲は最小仰角 5° で約 ± 35° であるので、衛星は 2~3 周分が観測できる。これを 2.5 回として、1 日の衛星の観測回数は 2.5×2 (軌道の裏側も観測可能)×5 (個数)=25 回とするのがほぼ妥当であるが、あまり仰角が低く、毎偶数分の初めよりの 2 分間 3 回の受信が不可能で測位ができないことや、また 2 個以上の衛星が同時に可視範囲の上空を通過する場合 (受信装置の性質上混信のおそれは比較的少ないが、先に受信した衛星での測位が不可能なときは両方とも測位が不可能になることがある。時には受信ドプラ曲線が交叉し、その瞬間から受信機が別の衛星の追跡に乗移ることもある。) などもあり、必ずしも全回受信に成功するとは限らず、更に、電波を停止していない不良の航行衛星の妨害もある。

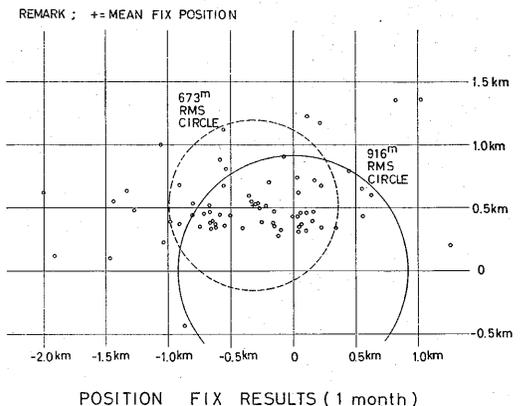
このような場合を除外して 1 日大よそ 15~20 回の測位は大体において可能であるが、衛星があまり頭上近く

を通ると逆に各種の測位誤差が大きくなるという点もあるので、測位データの取扱いにはある程度の注意が必要である。

測位実験のデータについては文献 (3) と (4) で発



第 8 図 測位誤差の分布 (1970 年 9 月 12 日)



第 9 図 測位誤差の分布 (1970 年 9 月中)

表したものを再録して第8図と第9図に示す。第8図は昨年9月12日から13日にかけての24時間における25回の受信のうち、測位計算のできた20回の測位点のパラッキを示したものである。図の原点は国土地理院の地図から求めた受信点（電子航法研究所衛星航法部、 $35^{\circ}40'29''\text{N}$, $139^{\circ}33'59''\text{E}$ ）である。第9図は同じく9月中に得た70回の測位の分布を示している。この両者の結果は何れも各点が実際の位置より北方にあり、かつ東西により拡がって分布している。各点を中心位置がそれぞれ+印で示してあるが、その位置は第8図では572m、第9図では613m 原点より北北西にある。NNSSの測地系と日本の測地系とは同じでなく、NNSSで求めた位置が必ずしも日本の各地の緯度経度とは一致せず、ある程度のずれがあることは測地関係者の常識のようであるので、このずれがその値を表わしているのかも知れない。

東西方向への分布の広がりには、第8図の外側にある各点はそのほとんどが衛星の軌道の最大仰角が 80° 以上で、頭上近くを通つたときの測位点であることから、いわゆる軌道の直下ではNNSSで求めた双曲位置の線（NNSSでの測位原理は衛星の2分ごとの位置を焦点とする双曲面の交点を求めることである。）がほぼ平行になるのが主な原因と推定される。そのほか、このような場合はアンテナ高さの誤差（および船の速度、特に南北方向の、誤差）が測位誤差に大きく影響をするといわれている。

これらを含めて測位の平均位置から各測位点までのRMS誤差は第8図では、512m、第9図では673m、であり、これは400MHz 1波のみを使ったときのNNSSの公称測位精度昼間0.3n.m.（夜間は0.1n.m.）にほぼ近い値となつている。その後更に実験を継続しているが、ほぼ同じ傾向の結果が得られている。

5. むすび

以上、われわれの研究所におけるNNSSの受信実験の概要を紹介した。このほか詳細は未発表ではあるが「星光丸」は現在まで2回の航海を終り、各種の自動化機器の中でNNSSは一部故障があつたようであるが、順調に動作し乗組員に喜ばれているといわれている⁽⁷⁾。これらが契機となつて一二の会社での受信装置の製作の計画およびアメリカ製受信装置の輸入の計画なども進められているようであり、われわれの研究が、わが国における航海への宇宙技術の利用の端緒となつたことについて喜びを感じるとともに、今後益々この方面の技術の開発と普及に微力をささげたいと考えている次第である。

参 考 文 献

- (1) 伊藤 実「人工衛星を用いた航法」電波航法 第4号 p. 17 (1963)
- (2) 木村小一・藤田光紘(他)「VCO 受信装置の試作について」電子航法研究所研究発表会(第1回)講演概要 p. 7 (1968)
- (3) 藤田光紘(他)「海軍航行衛星システム(NNSS)による位置測定について」電子航法研究所研究発表会(第2回)講演概要 p. 55 (1970)
- (4) 木村小一「Navy Navigation Satellite System による位置測定実験について」日本航海学会誌 第44号、昭和45年12月
- (5) 木村小一「アメリカ海軍の航行衛星システムとその利用」日本造船学会誌 第487号 p. 3 (1970)
- (6) 木村小一「人工衛星を利用した航法とその将来」日本船用機関学会誌 第5巻第10号 p. 709 (1970)
- (7) 高瀬 隆「星光丸の航海報告」UNMANNED AGE Vol. 1, No. 1 p. 17 (1970)

双曲線航法自動測位の一式方

*沖電気工業株式会社 飯塚 康雄

Study on Automatic Hyperbolic Position Fixing System

Oki Electric Industry Co., Ltd. Yasuo IZUKA

Abstract

This paper describes the outline of the hybrid navigation system which includes the radio navigation equipment and the dead-reckoning position estimation equipment.

Also, the paper includes the interim report which is concerned with the automated Loran hyperbolic coordinate converter using digital computation techniques.

1. はしがき

海上, 航空交通の発達に伴い, Vehicle が巨大化, 高速化し, またその一方運航の安全性, 経済性向上の要求がなされ, これらに対処するために各方面で運航の自動化が研究され, また試作, 試用並びに一部実用に供されている。

これらの目的は単純な省力化ばかりでなく, 益々複雑化する航行業務に対し単純な繰返し作業を取り去り, 要員のすべてのエネルギーを有効に判断業務に振向けることにありと考える。この観点から我々は航法と云う担当分野からこの問題をとらえ, 種々の研究を実施しているが, その一環として実施した双曲線航法に於ける自動測位の一式につき御報告する。

2. 考え方の設定

此種自動測位システムを検討する際, その要求性能を適確に把握しておかないと, 研究目的が外れるおそれがあり, 単に機器の設計者の独断により開発しユーザーに必要以上の負担をかけることは厳に慎まなければならない。そこで我々は現在最も早期に開発を必要とする巨大高速船の En-Route Navigation に焦点を絞って研究を実施した。

調査の結果設定した要求性能は次のとおりである。

- i) 位置情報は特別の努力なしに随時得られること。

- ii) Dead Reckoning System が通常完備しているため通常運航時の実測間隔はそれ程の密度を要しないが, ルート変更, 避航その他異常時には高密度のデータが必要である。
- iii) 実測精度は通常 1~2 N.M. でシグマ値の保証されているものが必要である。
- iv) 外部条件その他による騒乱が容易に検出出来るよう連続データが得られ, データの信頼度が保証されるものであること。
- v) 運用時ユーザーに不要の負担をかけず, 高信頼度のものであること。

以上の条件設定に基き, どのように実測船位の自動測定を行うかと云うことにつき以下検討を行った。

3. 利用システムの考察

自動測位のセンサを決定する際, どのような航法システムが最も目的に適合するかを検討しなければならない。

航行援助システムとしては下記のような数多くのものが現用されている。

- 天体の電波/光学的測角……自動天測, 電波六分儀
- 固定点からの発射電波の方位測定……ADF, コンソル, レーダビーコン, マイクロ波ビーコン
- 固定点からの電波による測距, 測角……レーダトランスポンダ, 航法用レーダ, DME
- 複数固定点からの測距 (距離差)……ロラン, デツカ, オメガ, NNSS

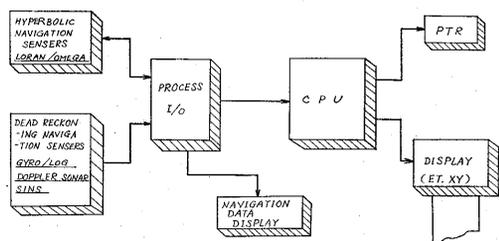
以上の中から我々の目的に適合する全天候性, 非限時性, 精度の拡散度等の要求を満足するものを選定すると差当りのものとしては第4項目の距離差測定すなわち双曲線航法と通称されるものである。この中でも地球楕円面上に画いた双曲線によるものと, 人工衛星軌道上の多点により画いた空間の回転一葉双曲面と地球表面の交差によるものと大きく2つに大別されるが, その両者何れ

* 所在地 東京都港区芝浦 4-10-12
4-10-12, Shibaura, Minatoku, Tokyo

も特徴を有し何れとも決め難いので、我々はロラン、オメガの系統を差当り選定した。なお NNSS については電子航法研究所その他に於て鋭意研究が為されている。

4. システムの基本的考察

我々の目的の条件を満足するシステムの基本形は第1図に示すとおりである。



第1図 システム 原理図

すなわち双曲線航法のセンサと、Gyro/Log, Doppler Sonar, SINS 等の Dead Reckoning のセンサとがデータ処理システムに結合され、両者のデータを照合し乍ら、必要に応じてデータのフィルタリングを行い、最も確率の高い位置情報を時々刻々得ようとするものである。

電波航法、DR 航法夫々のデータ共々々の特質に従つて真値よりある分布を持つているので、それらを適確にデータ処理して各瞬時に最も真値に近いと思われる測位データを得るわけである。

システム的には第1図に示すものが基本となるが、ハードウェア的に眺めた場合すべてこの系統通りであると

は限らない。

第一の形態は第1図のとおり専用計算機を有するもので、米軍で使用されている DIL 方式等がその例である。

第二の形態は造船研究協会 SR-106 等で実用あるいは試用されているもので、共用の Centralized Computer で他目的と共用するものである。

第三の形態は NAVSAT プログラム等衛星利用のグローバルシステムで考えられているもので、データ処理部が船舶から離れ、特定の地上または船舶で多数船のデータを集中処理する方式である。当面は第二の形態が主流となつてはいるが、計算機のコスト低下、ダウン時の動作補償等の点から Satellite Computer の形式である第一の方法、更に衛星利用広域船舶通信の発達に伴つて第三の方法も無視出来ないと思える。

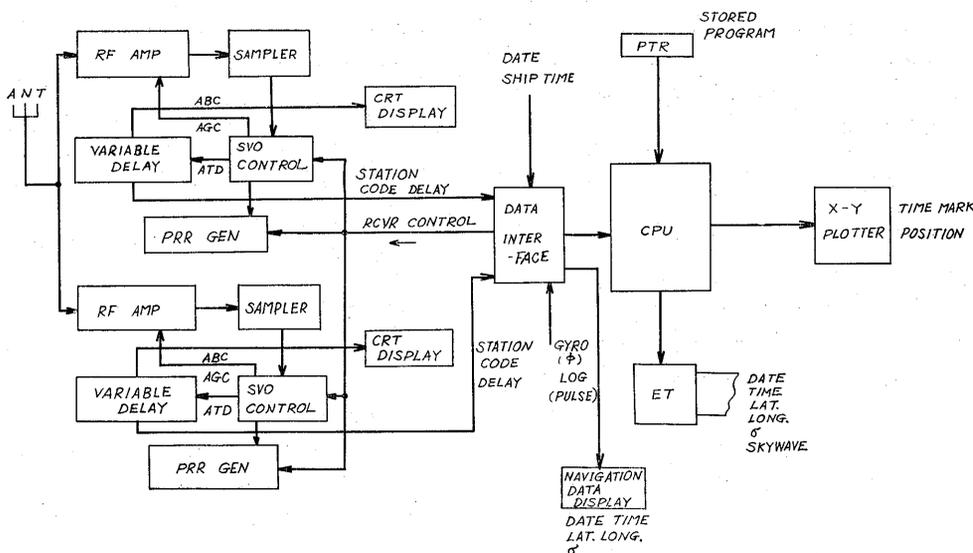
そこで我々としてはこの目的に適合するセンサの開発と、そのセンサを応用しデータ処理するためのソフトウェア開発と云う点に開発の焦点を絞り、上記でのような情勢にも対処し得るようにした。

5. 自動測位システムの概要

自動測位システムの電波航法センサとしては、現在最も利用される確率の高いロラン A/C およびオメガを想定し、差当りの検討としては開発済のロランについて実施した。

オメガについては未だ我国では充分利用出来る電波が受信出来ないので、1972 年以降実際のテストを実施する予定である。

システムの1例を第2図に示す。



第2図 システムブロック図

第2図に於てセンサの例として示すのは自動追尾形ロラン A/C 受信機であつて、ハードウェア単体として一度マニュアルイニシエートにて選局操作を行なつておけば、その局が受信出来る限り自動追尾測定を行う機能を有する。これ以外の空間波識別、電波中断時の補償等の動作は検討の結果ソフトウェアで処理する方が有効と判断したのでハードウェアで製作せず計算機の助けを借り実施する事とした。

センサ部分としては自動的に入力電波に比例した利得、平衡、同期の各操作を実施し、自動的に時間差の測定を行い、局名および測定時間差を夫々 BCD コードにてデータインターフェーサ (PIO) へ送出する。

計算機ではマニュアルイニシエートまたは予め決められたシーケンスに従つて、先ず局名とインデックスとしてロラン局座標を引出し、次に測定時間差の座標変換演算を行い、緯度経度算出を行うものである。

演算出力系としては、印字、さん孔、航跡自画、デジタル表示等種々の方式が考えられるが、ここでは、電動タイプライタによる印字、航跡自画、デジタル表示の三要素に絞つて検討を行つた。

この中で、印字およびデジタル表示については調針済の船舶時計の時刻信号と同時に緯度、経度を印字する事とし、更に必要ある時はデータのシグマ値および空間波利用の可否を符号にて印字する事とした。

航跡自画については、種々の形式が考えられるが、理想とするものは汎用の海図に直接自画する事であり、このためには前記緯度経度出力をそのまま利用する事は出来ず、漸長緯度補整、縮尺の指定等が必要で、これもプログラムの一環として処理を行う。

なお此種演算は通常定数の使用量が多く相当量のメモリを要するので、運航海域をある程度区切つてその都度ローディングする事とし、実装メモリを 8k 語 (16 ビット) 程度に収めた。

6. 測位演算の方式

測位演算の方式につきロラン A の場合を例にとつて以下記述する。

演算方式としては当初、初期位置演算の際、Dead-Reckoning データを導入し演算領域の決定を行い、その後は前回実測データを導入し乍ら継続演算を行うものである。

演算の順序は次のとおりである。

- i) Dead Reckoning (又は前回実測) データから利用送信局迄の大圏距離を求める。
- ii) Dead Reckoning 位置から局迄の大圏距離差から時間差を求める。

- iii) Dead Reckoning 位置の時間差と実測時間差を比較し、その差を縮める方向に Dead Reckoning 位置を移動し乍ら逐次時間差を演算して行き、実測時間差と Dead Reckoning 時間差の一致した所で計算を中止し、このときの時間差を出力する。

○大圏距離、時間差の計算法

地球表面上の2点 $P(\varphi_D, \lambda_D)$ と $M(\varphi_M, \lambda_M)$ を含む角 σ_{DM} は地球を球面と仮定したとき

$$\sigma_{DM} = \cos^{-1} \{ \sin \varphi_D \sin \varphi_M + \cos \varphi_D \cos \varphi_M \cos (\lambda_D - \lambda_M) \} \quad \dots\dots (1)$$

ここで実際には楕円補正が必要で、この補整量を被測定点を基準として $\delta\sigma_{DM}$, $\delta\sigma_{DS}$ として表わすと

$$\begin{aligned} \delta\sigma_{DM} &= \frac{1}{8} (1 - \sqrt{1 - e^2}) \frac{3 \sin \sigma_{DM} - \sigma_{DM}}{\cos^2 \frac{1}{2} \sigma_{DM}} \\ &\quad (\sin \varphi_D + \sin \varphi_M)^2 \\ &\quad - \frac{1}{8} (1 - \sqrt{1 - e^2}) \frac{3 \sin \sigma_{DM} + \sigma_{DM}}{\sin^2 \frac{1}{2} \sigma_{DM}} \\ &\quad (\sin \varphi_D - \sin \varphi_M)^2 \quad \dots\dots (2) \end{aligned}$$

これは角度で表わされているので、距離に換算するには赤道面の半径 E を乗ずればよいわけで、また (2) 式の e は離心率である。

地理上の実距離は角度で表わし σ'_{DM} とすると

$$\sigma'_{DM} = \sigma_{DM} + \delta\sigma_{DM} \quad \dots\dots (3)$$

次に伝播補整量を $\delta\sigma'_{DM}$ とすれば

$$\delta\sigma'_{DM} = A(\sigma'_{DM} + a)^2 + B(\sigma'_{DM} + b) + C \quad \dots\dots (4)$$

すべての補整後の実距離を σ''_{DM} とし角度で表わすと、

$$\sigma''_{DM} = \sigma'_{DM} + \delta\sigma'_{DM} \quad \dots\dots (5)$$

となる。

今上記 P 点を船舶の推定位置、 M 点を主局の位置とすれば、船舶と主局を含む角は (5) 式に示す σ''_{DM} で表わされる。

これと全く同じ手続で従局と船舶を含む角 σ''_{DS} も求められるので、

$$\sigma''_{DS} = \sigma'_{DS} + \delta\sigma'_{DS} \quad \dots\dots (6)$$

となる。

同様に主従局間の実距離 σ''_{MS} は

$$\sigma''_{MS} = \sigma'_{MS} + \delta\sigma'_{MS} \quad \dots\dots (7)$$

夫々の距離は

$$\begin{aligned} S_{DM} &= E \sigma''_{DM} \\ S_{DS} &= E \sigma''_{DS} \\ S_{MS} &= E \sigma''_{MS} \end{aligned} \quad \dots\dots (8)$$

従つて求める時間差 τ_D は次の如くなる。

$$\tau_D = \frac{E \sigma''_{MS}}{C} + Cd + \frac{E \sigma''_{DS}}{C} - \frac{E \sigma''_{DM}}{C} \quad \dots\dots (9)$$

茲に C 光速, Cd 従局コーディング遅延

○時間差補整の方法

前項で Dead Reckoning 位置 (または前回実測値) の時間差が求められたが, 次のステップとしてはこの時間差と実測時間差を比較し, Dead Reckoning 位置を移動し乍ら時間差を計算して行き両者の差が予め定めた $0.1 \mu s$ 以下となつた時の Dead Reckoning 位置を実測位置とするものである。

ロランで位置を決定するためには最小 2 本の双曲線が必要であるが, この 2 本の双曲線群は

$$\begin{aligned} T_{D1} &= f_1(\varphi, \lambda) \\ T_{D2} &= f_2(\varphi, \lambda) \end{aligned} \quad \dots\dots(10)$$

として表わされる。

それぞれを時間差で微分すると

$$1 = \frac{\partial f_1}{\partial T_{D1}} = \frac{\partial f_1}{\partial \varphi} \cdot \frac{\partial \varphi}{\partial T_{D1}} + \frac{\partial f_1}{\partial \lambda} \cdot \frac{\partial \lambda}{\partial T_{D1}} \quad \dots\dots(11)$$

時間差が $\Delta\tau_{D1}, \Delta\tau_{D2}$ 変化したとき

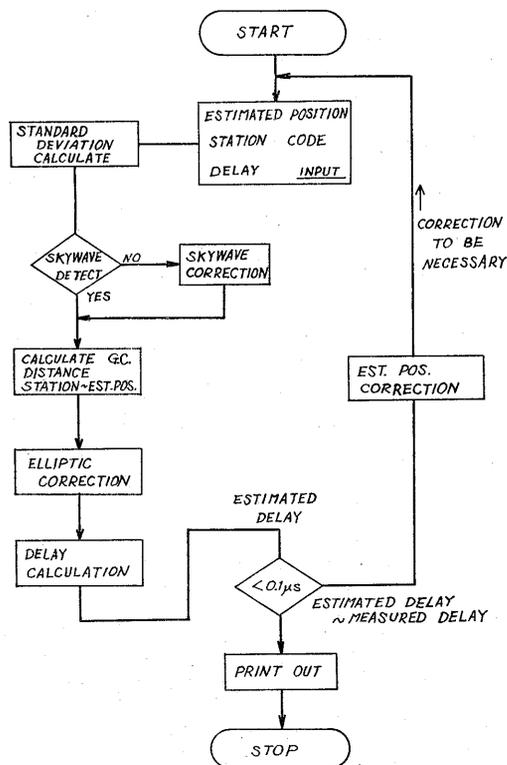
$$\begin{aligned} \Delta T_{D1} &= \frac{\partial f_1}{\partial \varphi} \Delta\varphi + \frac{\partial f_1}{\partial \lambda} \Delta\lambda \\ \Delta T_{D2} &= \frac{\partial f_2}{\partial \varphi} \Delta\varphi + \frac{\partial f_2}{\partial \lambda} \Delta\lambda \end{aligned} \quad \dots\dots(12)$$

従つて上式を連立に解けば $\Delta T_{D1}, \Delta T_{D2}$ に対する $\Delta\varphi, \Delta\lambda$ が求められ, この量により最初の推定位置を補整すればよい。

以上の演算のフローチャートを第 3 図に示す。このフローチャートには実用上の点から上記演算プロセス以外に若干の追加が加わつており, その代表的なものは, 実測データ入力の標準偏差をとり, その標準偏差が船体運動から考えられないあるいき値を超えたときこれを空間波と判定し自動的に空間波補整しこの補整後の値を実測時間差とするものである。

7. 成果の概要

以上のシステムに関し種々開発を実施し, ロラン A/C 自動追尾用センサについてはその開発を完了, ロラン座標変換についてはそのプログラムデバツギングおよび試算を完了した。試算した諸元の 1 例は次のとおりである。



第 3 図 演算フローチャート

使用計算機	OKITAC-5090A
サイクルタイム	4 μs
プログラム	OKISAP-I
使用ロラン局	2S0, 2S1, 2S2, 2S3
演算サンプル点	日本周辺 16 点
所要入力	時間差, 局名, 局位置, 楕円伝播補整値 その他定数
記憶容量	約 8k 語 (16 ビット換算)
使用ロラン受信機	沖 NR-1003 型

なおオメガおよび DRPC 機能については, 現在開発進行中であり, 最終的に全機能を持つ小型コンピュータ利用システムとして完成させる予定である。



Observation

欧州航法学会連合会出席報告

*東京商船大学 茂在寅男

About the "QUADRIPARTITE MEETING OF THE EUROPEAN NAVIGATION INSTITUTES"

Tokyo University of Mercantile Marine
Torao MOZAI

(I) ま え が き

1970年5月11日から14日までの4日間、イタリアのローマにおいて「欧州航法学会連合会」"Quadrupartite Meeting of the European Navigation Institutes"が開かれた。

同会議については、全ヨーロッパ各国の航海学会のほか、アメリカおよびオーストラリアの航海学会が協賛をし、日本からの参加も期待するという、当初からの宣言通り、参加者は約500名、参加国は世界各国にわたり、発表論文は40編を越え実に盛大なものとなつた。

日本に対しては、日本航海学会ならびに筆者に対しこの会議への参加招請状が参り、その結果として日本学術会議から筆者が派遣されて出席することとなつた。この会議は前回は1967年4月26日から28日までパリにおいて開かれたのであるが、その時は筆者の論文「日本の船舶の最近の自動化について」が受理され、日本から出席した数名の代表もあり代読して頂いたのであつた。しかし、今回は結果的には500人程の出席者のうち、日本人は全く筆者一人だけであつた。

今回の筆者の提出論文は「船舶用ブレーキについて」というものであつたが、その内容は電波航法研究会には直接的には関係ありとは思われないのでここに詳述することはやめたい。しかしその他の論文については直接間接にいろいろと関係多いと思われるのでその概略について述べる。

(内容的に大部なためここにはプログラムと1部解説のみを記載する)

なお、本会議がかかげた主テーマは、「海上、水中、空中および宇宙において、位置を求め、針路を決定する新方式および発達について」というものであつた。会議の当番担当はイタリア航海学会であり、会議はローマの科学広場の国立研究会議場があてられた。一般論文に対しては講演時間が20分、討論時間が15分、特別論文については講演時間が15分、討論時間が10分という時間配分であつた。場合にはイヤホンにより同時通訳の方式が採用され、英・仏・独・伊の4カ国語のどれかを選択できるようになつていた。

これらに関する資料はすべて筆者の処に保存されているので、必要の向きは御連絡下さい。

(II) 論文と解説

- (1) The Results of recent Apollo Lunar Missions.
最近のアポロ計画の月面到達成果について。

By William E. Stoney.

講演者は National Aeronautics and Space Administration の代理所長の立場にある技術者で、本会議の呼び物としての催したる映画による首題の解説をしたものである。従つて論文の提出はなかつた。

- (2) Navstar, a New Concept for Navigation.
航海術に関する新概念としての NAVSTAR について。

By T.I. Fine, D.D. Otten, E.T. Wiggins.

TRW Systems Group. California. U.S.A.

人工衛星による航法装置としての NAVSTAR に

* 所在地 東京都江東区越中島 2
2, Etchujima, Kotoku, Tokyo

ついてその概要を解説したもので、全天候、継続的、無飽和、全地表に利用可能の特徴を持つこと、決定位置精度は 50 ft、速度精度は 0.3 ft/sec、高度精度は 80 ft、上昇率精度は 0.4 ft/sec、測時精度は 0.1μ sec. しかも比較的安価で、全自動装置。1540~1600 MHz.

(3) Navigational Aid by Computer.

電子計算機による航海援助

By B. de Boisseson, C.E.R.C.I. Paris.

定期船 "AQUILON" に装備した電子計算機の経験をもとにして、航海用電子計算機の有り方を論じたものである。なお、その付属計器としての電磁ログ、ドップラソナー、慣性航法装置との関連などに言及している。

(4) Computers for the Operation of Merchant Ships.

商船操縦のための電子計算機

By J. Vickers, Decca System Divi. G.B.

商船用の電子計算機は、(i) 航海術上の計算と衝突防止のため、(ii) 機関室内の自動化のため、(iii) 船内一般の運営上のため、の 3 つの目的にわけて考えられるが、ここでは主として、(i) と (ii) の問題について、論じている。

(5) Integrating Classical and System Analytical Methods in Construction of the Anschutz Horizon Gyrocompass, Standard VIII, and of the Plath Horizon Gyro-Compass PL 41

古典的な、システム分析的な方法によつて、アンシュッツ水平ジャイロ標準 8 型と、プラート水平ジャイロ PL 41 とを統合した実験について

By P. Christoph, Deutsches Hydrographisches Institut, Hamburg.

測量や探検船のために使用する高精度のジャイロコンパスのためには、一般市販の商船用ジャイロコンパスでは多くの誤差があつて精度に不満である。これを解決する方法として、首題のような実験を行なつた。

(6) Operational research and Cost Benefit Analysis on Navigation with Particular Reference to Marine Accidents.

海難事故に焦点をおいたオペレーション・リサーチと航海手段に対する投資効率の解析

By A. Stratton and W.E. Silver, Ministry of Defence U.K.

船位を求めるといふことは航海術の出発点であつて、それは海難発生率の抑制に通じる……との考えから、トリキヤニオンによる損害と航海設備投資の額の比較などの例をあげての説明をへて、

多くの海難を分類、各種の統計を示している。

(7) Anticollision, Realisations and Perspectives Seen through Technical Exigencies.

衝突予防手段。技術的急務であるその実現と将来の見通しについて。

By Jean Chabrol, Paris.

衝突予防手段の基本的要件から論じて、フィリップ社によつて作られた ELPLOT や、マルコニー社製の PREDICTOR など各種の装置について検討した後、セルシー社の ATAW について解説の主力をそそぎ、レーダとコンピューター利用の方法と将来について論じている。

(8) Instantaneous Nautical Fixing by Artificial Satellite.

人工衛星の方法による即時船位決定について。

By A. Ronca, Genova

ジャイロスコープと電波六分儀の発達が、人工衛星の方位 A 、仰角 h 、およびそれらの変化率 \dot{A} 、 \dot{h} の測定を可能にした。これらの等値軌跡による位置線は衛星軌道に直角な線上に中心がある円周で形成される横 8 の字形となる。 \dot{h} 一定の位置線は、衛星軌道上に中心がある円周で形成される縦 8 の字形となる。 A 一定と h 一定の組合せは、どこでも直角に交わる。 A と \dot{A} との組合せ、および h と \dot{h} との組合せは、軌道に直角方向の範囲内で条件が良い。 A と \dot{h} の組および \dot{A} と h の組は、軌道に沿つた範囲内で条件が良い。……というような内容で論が進められている。

(9) The Use of Aeolus A Satellite for Position-fixing and Dioscri Project.

位置決定用としての人工衛星 AEOLUS-A の使用とディオスクリ計画について。

By R. Simon de Kergunic B. Manuali

French Institute of Navigation, Paris

1971 年に打ちあげられる首題の件についてその梗概を述べる。別にディオスクリ計画についてマヌアリ氏が述べている。

(10) Results of Position Experiments Using Distance Measurements of Satellite ATS-3.

NASA の招待に従つて、Bundesrepublik Deutschland が、アメリカ人工衛星 ATS-3 (Applications Technology Satellite) について実験をしたのでそれを報告する。(同衛星は赤道に 35,800 km の高さにおいて、地球自転に同期、地面に対して静止するもの)

By K.W. Schrick W. Goebel DFVLR

(11) Radio Beacons in Space for Aerial Navigation.

宇宙航法用ラジオビーコンの航空への利用について、

By G. Spatuzza, Fiat-Tovino

航法のタイプはいろいろあるが、(i) 針路上における障害物を知ること、(ii) 時々刻々の自分の地理的位置を知ることの2つは安全上絶対必要なことであるが、その点で首題のような方法が考えられる。

- (12) The Selection of the Optimal Route as a Decision Under Conditions of Risk

危険状況のもとにおける最適航路の選定について、

By S. Palmieri C. Finizio R. Riccucci

Aeronautica Militare Roma

航空計画において、気象要素を電子計算機に投入し、最適航路を求むる一方法について述べている。

- (13) The Application of the Inertial System in the Field of Air Navigation

航空の分野における慣性誘導装置の応用。

By M. de Regibus. Alitalia Roma

INS と ATC および VOR/DME などとの組合せにおける問題点、精度、将来の問題などについて論じている。

- (14) Software Advances in Aided Inertial Navigation Systems

慣性誘導使用におけるソフトウェアの発達について、

By A. Gelb A Sutherland

Analytic Sciences Corporation Reading. Mass U.S.A. 慣性誘導装置による data mixing のために、Kalman Filters の使用を基礎理念として論じたもの、

- (15) Strapdown Inertial Attitude-Indication Evaluations.

慣性誘導姿勢指示方式の評価。

By J. Gilmore R. McKern. MIT.

Inertial grade attitude indication のための Strapdown mechanization についての研究報告。

- (16) Flight Evaluation of Radar-Inertial Systems.

レーダー慣性装置の航空評価。

By R.W. Wedan, NASA.

ERC V/stol プログラムで開発した方法として、機載慣性装置と地上レーダーとの組合せから、空港へのアプローチおよび着陸に一つの新方式を作った。

- (17) Integrated Navigation by Least Square Adjust-

ment

K. Ramsayer

Institut für Flugnavigation der Universität Stuttgart

(以下解説を略す)

- (18) Modern Techniques of Azimuth Measurements

J. C. Dieselman R. L. McLaughlin

Northrop Corporation-Norwood, Mass.

- (19) The Influence of Noise on the Bearing by the Visual Radiogoniometer

K. Baur

AEG-Telefunken-Ulm.

- (20) Time-Frequency Techniques and their Application to Air Traffic Control

L. Hunter

Royal Aircraft Establishment-Farnborough Hants

- (21) The Application of Correlation Techniques to ILS and Terminal Area Traffic Control

J. Benjamin

Royal Aircraft Establishment Farnborough Hants

- (22) Area Navigation and its Associated Display Methods

K. E. Karwath

Deutsche Lufthansa AG-Frankfurt/Main

- (23) A Three Dimensional Simulator for Manoeuvring of Surface Ships

J. D. Van Manen-J. P. Hooft Hooft

Netherlands Ship Model Basin-Wageningen

- (24) Meteorological Assistance and Optimum Maritime Routes

M. Giorgi-M. Colacino-E. Rossi

Istituto Idrografico della Marina-Genova

- (25) About an Idea of Ship Brake

T. Mozai

Nautical Society of Japan-Tokyo

- (26) The Search for «Minerve»: an Illustration of the Hydrographer's Use of a Radio Localisation System

J. Pasouay

Service Hydrographique de la Marine-Paris

- (27) Horizontal Navigation of the «Concorde» Aircraft

J. Hardouin

SAGEM-Département Aéronautique-Paris

- (28) Influence of Modern Technologies on Materials and Techniques for Radionavigation

A. Mollie

- Service Technique des Télécommunications de
l'Air (S.T.T.A.)-Paris
- (29) Navigation System Based on Geostationary
Satellites over the Atlantic
J. Dansac-C. Skenderoft-R. Picciotto
Compagnie Francaise Thomson Houston C.S.F.-
Vélizy
- (30) Earth Satellite System for Marine and Tran-
soceanic Air Navigation and Traffic Control
A. E. Fiore-United States Merchant Marine
Academy-N. Y.-P. Rosenberg
Paul Rosemberg Associates-Pelham N. Y.
- (31) Statistical Coordinate Conversion for Omega
Navigation
E. A. Fethke-T. E. Perfitt-Lear Siegler Inc.
Grand Rapids, Michigan
- (32) Some Aspects of the Solution of the Main
Problem of Inertial Navigation
A. Yu Ishlinskii-D. N. Klimov
The Institute of Problems in Mechaics-USSR
Academy of Sciences Moscow
- (33) Correction of Errors in Air Navigation by
Radar
J. Dussine
Compagnie Francaise Thomson Houston C.S.F.-
Malakoff
- (34) Turbulence Detection under Clear Sky Condition
by Infrared Measurements-Presentation of Results
G. Broussaud-P. Conjeand-C. Tinot
Compagnie Francaise Thomson Houton C.S.F.-
Vélizy
- (35) Choice of Modulation and Multiple Access
Techniques for a Telecommunication Service Via
Satellite for Aircraft and Ships
G. Ouaglione E. Vitali
Telespazio Roma
- (36) New Trends of Instrumentation for General
Aviation
F. Tommasi
Salmoiraghi-Milano
- (37) Experience with a Computer in Oceanographic
Research at Sea
J. Creasf
National Institute of Oceanography London
- (38) The New Reach in Navigation at Sea
R. B. Richardson
Harbour Master Port of London
- (39) Operational Display Aiding Requirements for
Position and Course Determination in the
Merchant Marine
T. D. Mara
Marine Digitae Systems Inc. North Plymouth,
Massachusetts
G. R. Simonfau
General Dynamics
C. G. Kurz
U. S. Department of Commerce-Maritime Ad-
ministration
- (40) Operational Requirements and Trends of Deve-
lopment of Maritime Safety Radio Systems
W. E. Steidle
Debeg Hamburg
- (41) Genesis, Targest, Performance, Technology,
and Use of a Beacon for Aircraft: the NIFA
L. Ronca-M. Murri
Ottico Meccanica Italiana Roma
- (42) Underwater Navigation
J. A. Cestone
Deep Submergence Systems Project-Chevy Chase-
Maryland
- (43) Special Navigation Curves
G. Simeon-G. Lucarelli
Istituto di Astronomia Nautica e Navigazione-
Napoli

(III) その他

以上のほか、国際会議であるため、Social programme
および Programme for ladies などがあり、毎日のホテル
から会場までは無料バスのサービスなどあり至れりつく
せりであった。国内広く新聞が毎日報導し、筆者の論文
などは相当長文を以て紹介してくれたりしていた。それ
らが毎日、代表団控室に張り出されて人々の目をひいて
いた。

なにしろ、500 人もの出席者の中で日本人は筆者唯一
人のせいもあつてか、論文発表に当つては 20 分、さら
にデイスカッションに 20 分を与えられ、十分な時間を
かけてくれた。その上、筆者の講演が終つた瞬間、何人
かの聴衆が演壇に走り寄り、あるいは壇上にあがつて筆
者に握手を求め、その成功を祝福してくれるさわぎとな
つた。中にもドイツの運輸省代表が応援演説を買つて出
てくれ、筆者の論文に対し、「この会議だけで終らせる
ことなく、IMCO でも是非取り上げるよう、IMCO の代
表が多く出席しているこの会議上で提案をしておきたい
」と演説してくれた。筆者はこれらの状況をすべて録
音して持ち帰つた。

その講演の後は筆者は非常な人気者にされてしまい、
その夜のレセプションなどでは、各国代表からうばい
合いテーブルへつれて行かれる始末。一応代表者として
の使命の一端は果たし得たという喜びを味わつたことを
報告してこの稿を終りたい。

第8回国際航路標識会議出席報告

*東京商船大学 庄 司 和 民

Participation Report on 8th International Conference on Light-Houses and Other Aids to Navigation

Tokyo University of Mercantile Marine
Kazutami SHOJI

1. 会議の概要

会議はストックホルム市の工業奨励館で行われ、英語と仏語が使用されました。6月7日はエントリーと開催祝賀会で、8日から17日までの10日間でしたが、12日(金)、13日(土)は灯台見学で、14日(日)は近郊のウプサラ見物がありましたので、会議の実質日数は7日間ということになります。

討論はAB 2つの会場に分れて行なわれましたが、毎日9時から10時半までは、その日に行なわれる発表論文について簡単な紹介を約5分間位づつで述べ、その後A, B 2つの会場に分れて、午前の部は11時から12時半まで、午後の部は14時から16時まで、更に詳しい説明と討論がなされるという形で行なわれました。

個々の論文は次のメインテーマに分けられて行なわれましたが、このうち電子航法に関係あるのは、自動と遠隔制御、電子と電波による航法、新方式航海援助装置の3つのテーマについての論文ということが出来ます。

11のメインテーマは次のようであつた。

- (1) 灯台技術に関するもの
- (2) 浮標に関するもの
- (3) サービス船に関するもの
- (4) エネルギー源に関するもの
- (5) 光と視覚に関するもの
- (6) 音と聴覚に関するもの
- (7) 電子と電波による航法に関するもの
- (8) 自動と遠隔制御に関するもの
- (9) 新方式や新原理の航海援助システムに関するもの
- (10) 組織と作業上の問題
- (11) 技術援助に関するもの

2. 電子航法に関係ある論文と討論の概況

電子と電波による航法に関するもの

- 指向性電波によるリンクシステムの伝播試験
独 Jaske, Harder
 - トランジスタ化自動ビーコンについて
スウェーデン Tryggö, Martensson
 - 橋と架線からのレーダ反射
独 Hinricher
 - レーダディスプレイ上の海面反射効果
独 Schönfeld, Muller, Schwdrz
 - レーダビーコンサービスの準備とその動作について
英 Ewen
 - レーコンについて
英 Richards
 - 浮標や小舟に取付けるためのレーダリフレクタについて
日 庄司
 - デツカナビゲーションシステムの発展
英 Powell
 - セクタ方式ラジオビーコン信号の自動受信について
ソ連 Kalinsky
 - ロランA局の指向性アンテナ
日 清野
 - マイクロウェーブのビーム分離
カナダ Cox
 - 航海用コンピュータ(双曲線航法における)
米 Lutton
 - 標準作動面プロットと光電変換を利用した新しい航法援助システムの合理的設計と効果の評価
ソ連 Pavlov
- 自動と遠隔制御に関するもの

* 所在地 東京都江東区越中島 2
2, Etchujima-Kotoku, Tokyo

- 航海援助装置の遠隔制御と監視について
米 O'Connell, Brdithwaite
 - IC を用いた狭帯域遠隔制御システム
スウェーデン Hallengren, Tryggö
 - 灯台施設の遠隔制御システム
カナダ Neal, Wright
 - 灯台のデジタル制御
カナダ Vachon
 - 中央制御局から作動され、監視される航海援助装置の操作に関する人間的要求の決定
独 Wiedemann
- 新方式や新原理の航海援助システムに関するもの
- 自動的コンピュータコントロールの交通管制システムについてのある研究
独 Dahne, Pohle
 - 昼夜両用の高強度光の利用
英 Gibbons
 - 昼夜両用の港内信号としてのカラー蛍光の設計と利用
英 Gibbons
 - 制限水域における航行計画
米 Baetsen
 - ロッテルダム、ニューロッテルダム水路、ユーロポートにおける新しいハーバーレーダシステム
オランダ Schimmel
 - テームス水道の電波リンク装置をもつ潮流検出装置について
英 White

以上のような論文が、上記会議で発表されたうち電子航海法に係る論文でしたが、一般に航路標識や、航海援助施設の無人化をはかり、自動的に作動するシステムや、遠隔制御システム、そしてこれの監視装置が問題として取上げられ論議されました。またその効果についての評価方法も大いに議論のわいた所で、次回の国際会議に期待するという発言が目立ちました。

これに関連して、中波のビーコンの有効性が論ぜられ、ロランからオメガへの移行の可能性等討論がなされ、更に航行衛星に関しても、そのシステムの確立を要望する声が多くありました。

レーダビーコンについては、各国とも有用性を認め大いに発展を期待する声が多かつたのですが、その設置場所については、多少意見を異にしていて、日本はじめ英国や米国では、橋、灯台、浮標、島等をあげるのに対し、スウェーデン、フィンランド、ノルウェー等の国では、冬季の航海において、レーダで見る地形は、地上からの氷壁のせり出しで、判断が困難であるという理由から、海岸に用いることの有用さを説いていました。また英国ではガンダイオードを利用したビーコンを開発中であるこ

とを述べ注目されて居りました。

3. 主なる 2, 3 の論文

(1) 橋と架線からのレーダ反射について 独 Hinricher

これは以前から、偽像が表われるとして注意を促がされていた、橋からのレーダ反射および架線からのレーダ反射について、その性質を理論的に解析して、これを排除する方策として、橋については、橋桁の構造を改良することを提案し、架線に対しては有効なリフレクターの吊下を提案している。

(2) レーダディスプレイ上の海面反射効果 独 Schönfeld

この論文は多くの海面反射測定から、従来言われて来た理論式と少し違った値の測定カーブを得たことに対し、垂直面としての積分効果の結果であると論じたものである。

(3) 浮標や小舟に取付けるためのレーダリフレクタについて 日 庄司

これは、小舟艇に掲げなければならないとするレーダリフレクタの大きさについて、IMCO に日本が提案した値の根拠を示したもので、レーダクロスセクション $\sigma = 10 \text{ m}^2$ 以上、掲揚する高さは水面上 2m 以上とすべきことと述べている。その根拠として、これまでの筆者の実験により、これ以上の大きさのものは取扱が困難であるし、 10 m^2 のクロスセクションは、100 トン程度の舟のクロスセクションに相当しているから充分である。またこれを 2m の高さにかかげることは、小舟にとつてなし得る最大の高さであるということも述べて居り、その探知距離の予測を行つて、充分余裕のある距離で探知し得ることを述べたものである。

4. 感想

会議を終えて、全体として印象に残った点を列挙すれば次のようであつた。

- (1) 中波ビーコンの廃止はもはや時間の問題である。
- (2) 霧信号(音)も有効性が疑問視されている。
- (3) 自動化がすすむにつれて、モニタシステムとバックアップシステムが研究されなければならなくなつた。
- (4) 個々の航海援助装置の有効性、有用性の評価方法の研究が必要である。
- (5) 総合的な航海援助のシステムについて研究する必要がある。

そして、次の第9回はカナダで 1975 年に開催されることになつたが、以上の問題点も含めて、オメガシステムや、航海衛星システム等の論文も多く見られることになりそうであることが感じられました。



Introduction of Foreign Papers

橋梁および架空線によるレーダ反射信号の問題

抄 訳 豊 福 滋 善

Problems of Radar Reflection from Bridges and Overhead Lines

R. Hinricher W. Germany

概 要

内陸水路の航行に利用されるレーダの増加に伴って、その有効性と航行の安全を確立するために、あらかじめ適切な注意を払うことが極めて重要になっている。このことには航行上の障害をできる限り小さくするために、妨害源の除去または判別ということが含まれる。

橋梁と架空線はこの種の妨害源となり得るものであるが、ここでは妨害源について考察し、その回避と除去について、幾つかの案を提示している。

1. 序 説

西ドイツ国内の内陸水路を航行する船舶のうち、レーダを装備している船は近年着々と増えてきている。更に、内陸水路を航行する船舶のレーダ装備貨物船の比率は、全船舶に対するレーダ装備船の比率よりも遙かに大きい。ライン河およびモーゼル河で定期的および不定期的に運航している最近の船舶は殆んど全部がレーダを装備している。

ドイツ内陸水路交通の安全および改善の責任官庁である「水路、航行局」としては、レーダによる航行の安全の促進と確保のために、適切なビーコンを設置する以外に、レーダ映像上に直接妨害を与えるか、または迷いを起させる反射信号を生じさせて航行に障害を及ぼす妨害(偽像)源となる可能性のあるものを、除去するかあるいは判別させるようにしなければならない。

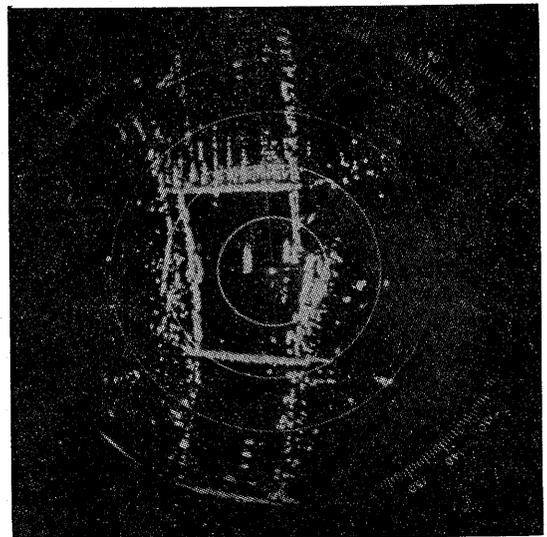
この種の妨害源の主なものは橋梁および水路を横切る電力線である。ここでは妨害源について考察し、実験の結果から、これらの妨害の除去および軽減の可能性について言及し、この問題についての注意を喚起するとともに

に今後の研究の方向を示唆しようとするものである。

2. 橋 梁

水路を横断している橋の大部分は、レーダ映像上にその実際の位置と、ある幅を表示する。この現われ方、つまり幅員は橋の実際の幅と使用レーダの電氣的特性、特にパルス幅によつてきまってくる。(第1図の下部に見られる)。

各種の橋に対して、レーダ映像には橋の映像だけでなく、時によつて橋と直角方向に列となつている点、不規則なボトル状の拡がりを持つ像など、数多くの反射信号が現われる。(第1図の上部に見られる)。これらの偽物



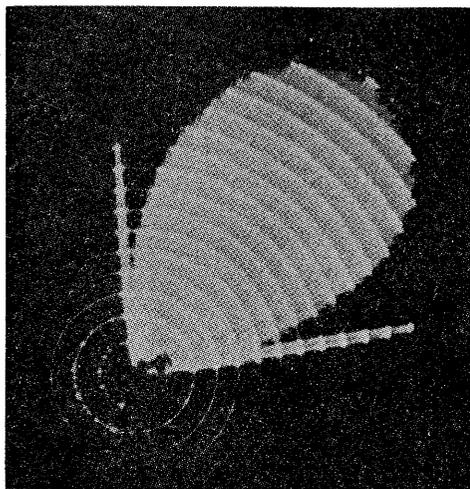
第1図 2つの橋がかかっている川のレーダ映像

標は非常に明かるく、橋を過ぎて 100 メートル付近までの他の物標の観測をできなくしてしまう。かくしてレーダによる航行の安全対策が必要となる。

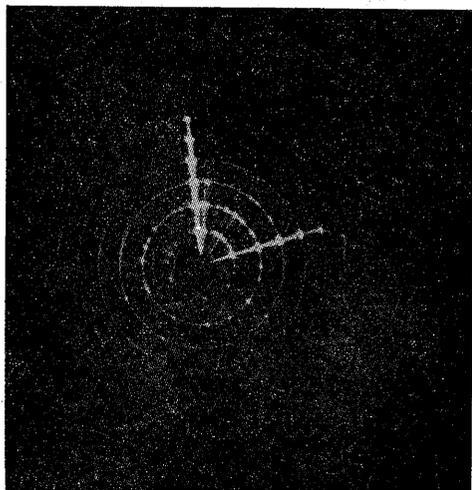
これらの偽像は鉄鋼の橋梁によつてのみ生ずるので、建造物の材質による効果を先ず研究した。金属製のコーナーフレクタ ($\sigma=100\text{ m}^2$) と、これと幾何学的に同一寸法のコンクリート製コーナーフレクタとを比較したが、主ロープ (3面反射) の差異はコンクリート製の方が 30 db 以上少なく、2回反射によるピーク値も 10~12 db 低かつた。(第 2 a, 2 b 図参照)。

したがつて、コンクリート橋が偽像を生じさせないのは材質の反射特性によるものであることが判る。

一般に、偽像は橋の多くがそうであるように、橋下の



第 2 a 図 辺長 41 cm, $\sigma=100\text{ m}^2$ の金属製フレクタの反射特性



第 2 b 図 辺長 41 cm のコンクリート製フレクタの反射特性

鉄のラチス部材がむき出しとなつている場合に生ずることが観測によつて確かめられた。表面が平坦で滑らかな橋 (例えば箱型部分 box section) からは反射信号が得られなかつた。

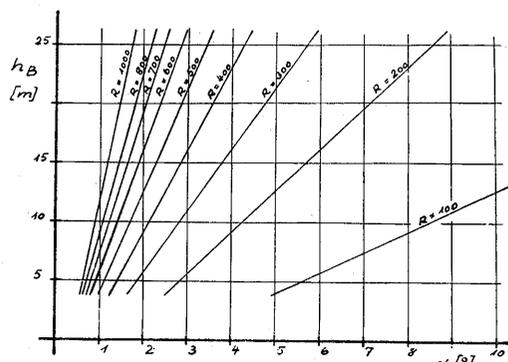
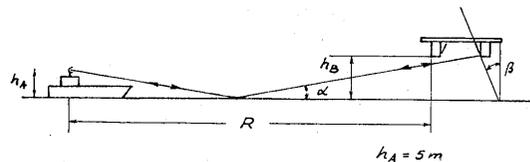
偽像は次のようにして生ずるものと考えられる。

部材の構造が縦横の格子状となつているばあい、放射エネルギーが下方から到達すると、縦横と橋桁の部材の表面がコーナーフレクタの作用をして反射を起させる。この反射信号は入射のときと同じ経路を通つてレーダ受信機に戻ってくるが、経路の延びた分だけ時間的に遅れるので、映像上では橋の後方に現われる (第 3 図参照)。水面反射波のばあいは更に条件の悪い入射角となる。

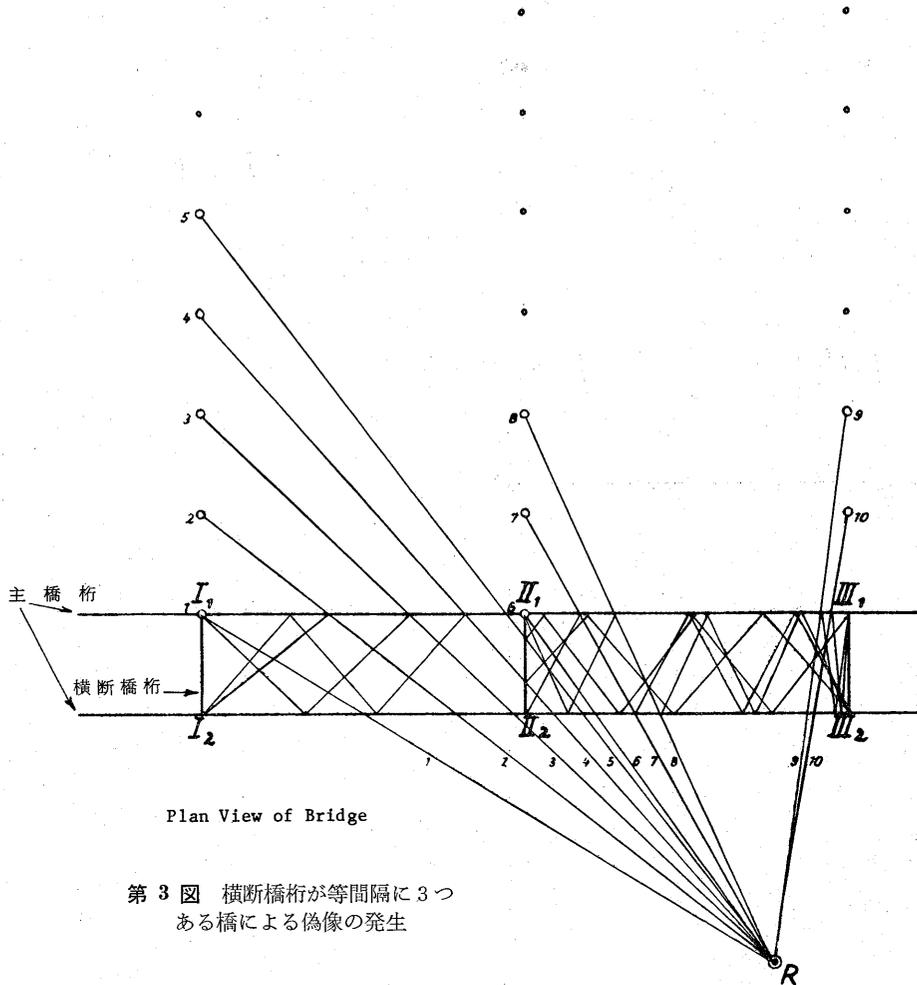
第 3 図は上述の偽像の成形の状況を、横断橋桁が 3 つ等間隔にある橋の一部分を例として示し、図解したものである (第 1 図の上部を参照)。偽像は橋と直角の方向に点の列となつて現われ、横断メンバーと一直線上に並ぶ。2 点間の距離は 2 つの主橋桁の間隔と対応している。

同様に、平行な 2 つ以上の主橋桁のある橋に平らで不規則に突き出た部分があるばあい、ラチス張りの橋のばあい、2 つの橋が近接して平行にかかつているばあいなどにも偽像を生ずる。橋桁の下のタイ・バー (tie-bars) やその他の部材も多重反射を起こさせることがあり、橋の構造は偽像を発生させる可能性を常に多分に秘めているといえる。

第 4 図から判るように、内陸水路にかかつている橋の



第 4 図 各距離 (R) における水面上の橋の高さとビーム角 α との関係

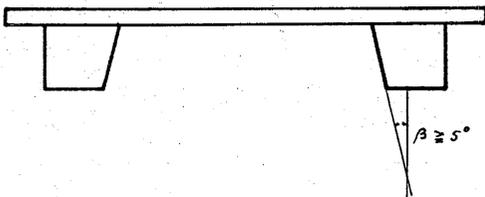


第 3 図 横断橋桁が等間隔に 3 つある橋による偽像の発生

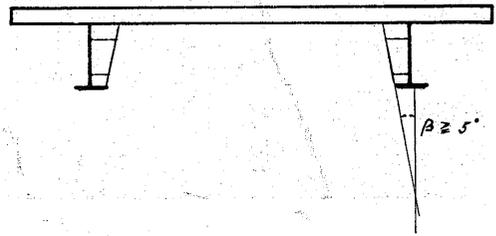
第 3 図の解説 アンテナを時計方向に回転させていくと、まず I_1 (コーナレフレクタの形になっている) の方向に向いたときに信号が現われる。この信号は映像上で I_2 の位置に現われる。アンテナが更に回転すれば、レーダビームは主橋桁に斜めに当たって、光の法則に従って反射される。2つの主橋桁の間で何回か反射され、コーナレフレクタ I, II, III で反射されて戻ってくる。この場合の反射信号は、橋桁間の伝ぱんによる距離の増加分だけ遅れて、ビームの投射方向で横断橋桁の延長線上に現われる。偽像の数、つまり列の長さはエネルギーの損失によつてきまるものであり、反射回数が増える程この損失は増える。

通常の高さのばあい、ビーム反射角は小さい。そこで偽像反射に関係する主橋桁の内側に、傾き角 β を与えるか、または傾斜材を付加することによつて多重反射を避けることができるかを検討する (第 5 a, 5 b 図)。こ

のような構造としたときの傾き角よりも入射ビームの傾き角が小さいばあい、ここで反射されたレーダ波は橋桁と橋桁の間に進むことはない。実験によれば、金属製



第 5 a 図 橋桁の内側を傾斜させた橋の断面略図



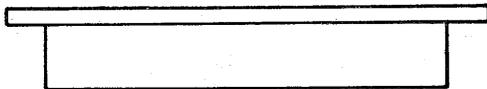
第 5 b 図 傾斜パネルを付加した橋の断面略図

コーナーレフレクタでその1面を90度でなく85度の角度とすると再輻射パターンは著しい減衰を示す(第6図と第2a図を比較参照されたい)。橋の実物大模型による実験では、垂直面に対して約5度傾けた遮蔽板と、平面上でジグザク状に立てた垂直カーテン(第7図)が効果があつた。約15mmの網目の金網を使用した。これまでの実験からXバンドのレーダに対しては、これで金属板のばあいと同じ効果が得られる。

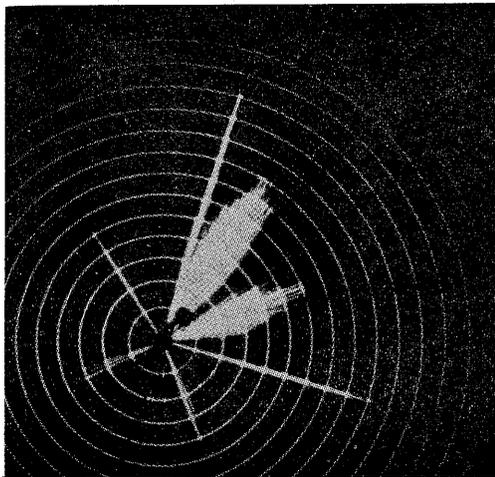
偽像を抑圧する単純な方法として、主橋桁の内側を吸収材で覆ってしまうことは、適切な価格で入手できる適当な材料がないので、これまでのところ実用的でないということになっている。内陸水路にかかっている橋に適当な吸収材となれば、Xバンドに同調しなければならず、かつ、耐蝕性がそれを取りつける構造材と等しいものでなければならぬ。このような、現存の橋による偽像を除去することを主目的とする材料の開発は、ある程度成功する見込みがあると思われる。

橋による偽像の除去の可能性に関する現在までの知識を要約すると次のとおりである。

- (1) コンクリート橋と、橋の下を箱状に滑らかに覆つた鉄橋は反射信号を生じない(第5c図)
- (2) 鉄橋については
 - (a) 箱状橋桁の内側部の傾斜(第5a図)



第5c図 橋の下部を埋めて箱状にした橋の断面略図



第6図 辺長41cm、1面の交角を5°偏位させた金属製コーナーレフレクタの反射特性

- (b) 傾斜パネルの取り付け(第5b図)
- (c) 橋下の開放部を充填(第5c図)
- (d) 垂直部分をつくる(第7図)

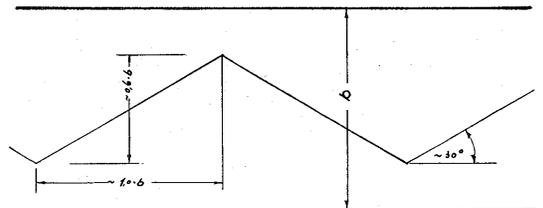
などによつて多重反射が防げる。これらに使用する材料としては平板、打抜き鋼板、金網など導電材であれば何でも使える。

- (3) 吸収材を開発することは上述したよりも簡便な解決となるので、優先的に考慮すべきである。

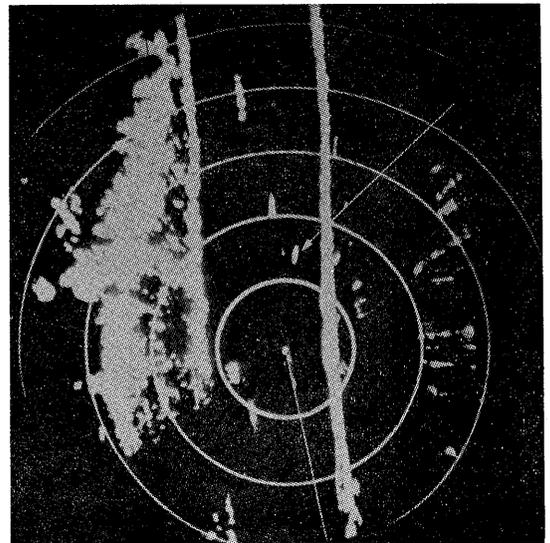
3. 架空線

架空線によつて生ずる妨害は、橋のばあいと異なりはつきりときまつた形状を示さない。水路を横切る架空線(高圧線、電話線、ケーブルカーなど)は、船舶と間違い易い映像をレーダスクリーン上に生じさせる(第8図)。

架空線は、レーダ映像上では通常架空線がレーダの方向と直角となる位置に、点物標となつて現われる。これ



第7図 垂直に金網を立てた橋の平面略図



第8図 川のレーダ映像、架空線の映像が現われている(矢印)、その近くの小さい信号はブイの映像

を次の3つに分類することができる (第9図参照)。

(1) 架空線が船の進行方向に対して右側よりも左側の方が遠くなるような方向に斜めに張つてあるばあい。このばあいは船の位置が1であれば架空線は1'の位置に点目標として現われる。船が位置を1から2, 3へと移動すると、架空線を示している点も1'から2', 3'へと移動する。

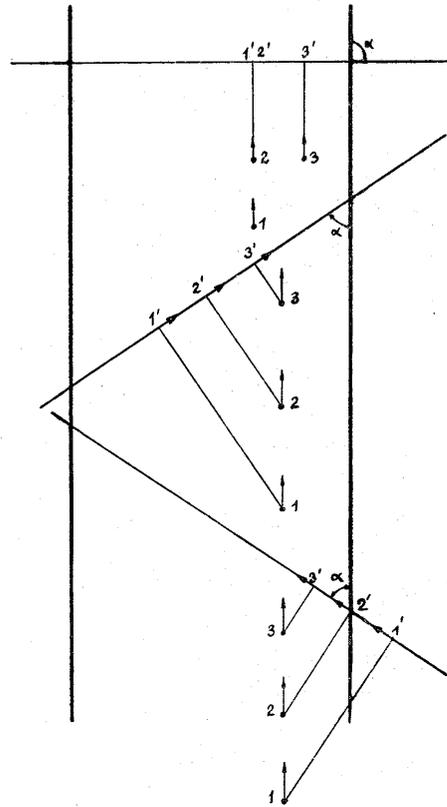
このように点目標が右側の陸地上から左方へ移動して、船へ近づいて見える。

(2) 架空線が船の進行方向に対し、前記と逆の方向に斜めに張られているばあいは、この点目標は左側から船へ近づいてくるように見える。

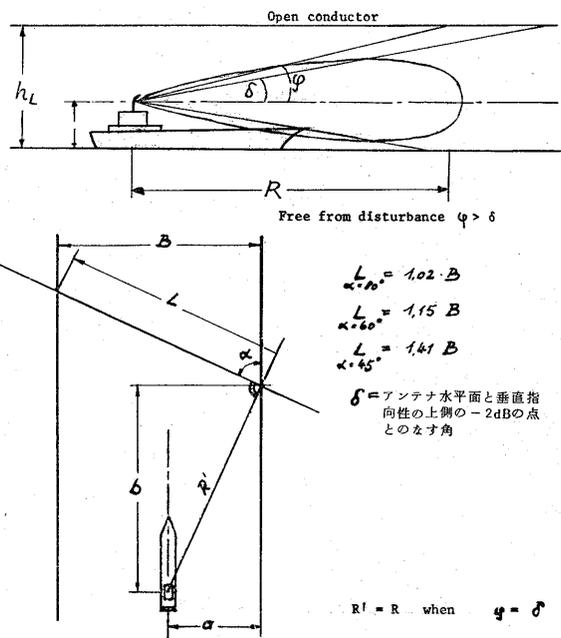
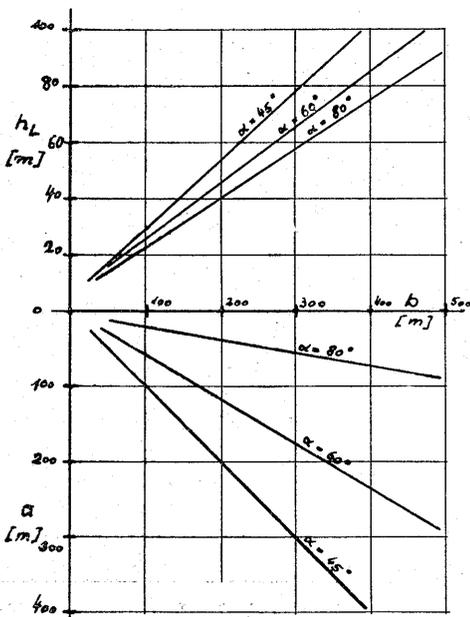
(3) 架空線が航行方向と直角のばあいは、点目標は船首 (または船尾) 方向に静止している。

これを避けようとして船首を動かせば物標も同じ方向に移動することになる。このように、架空線が進路に対して斜めになつているばあいは、そのレーダ信号が映像上に充分な明るさをもつて現われると、フェリーボートなどのように進路を横切るようにして近づいてくる船艇と誤認され、衝突を起すように見えるので、操舵員に不必要で、かつ、おそらくは危険な避航操舵を行なわせることになる。同じような混乱状態は架空線が進路と直角のばあいにも生ずる。

上記3つのばあい、架空線の映像は、架空線のアンテナに対する高さアンテナの垂直面パターンとによつてきまる距離まで見ることができる (第10a, b図参照)。



第9図 架空線による偽像



第10図 距離 b, 交角 alpha, 岸からの距離 a の函数としての架空線の必要高さ

架空線が水路を横切る角度とその高さを調整して、レーダ映像上で架空線の像が陸地上にのみ現われ、そしてレーダビームがとどかない水面上に現われるようにすることは理論的には可能である。実際には、船が河岸に近く、架空線がアンテナよりも遙かに高く、かつ横断角が比較的鋭いというときにのみ可能である。しかし、このような条件が得られるのは特別のばあいのみである(第 10 c 図参照)。

架空線が、船の進路から見て右側から左側へ移るにつれて遠くなるように張つてあり、その高さが十分高く、かつ横断角が鋭ければ、妨害信号は相当に減衰するということができる。

一般的には、架空線からのレーダ反射は線路の展張の方向の変更や、装置に技術的に細工することによつては妨ぐことはできない。したがつて、安全航行のためには、架空線をレーダ指示器上でそれと判るように識別させ、危険な混乱を起させないようにすることが重要な条件であると思われる。

このことは固定反射物を線路上にいくつか取りつけて、レーダ映像上で点の列となつて現われるようにすることによつてもできる。このように列となつて並んでいれば、架空線は容易に識別でも、他の船艇と混同する危

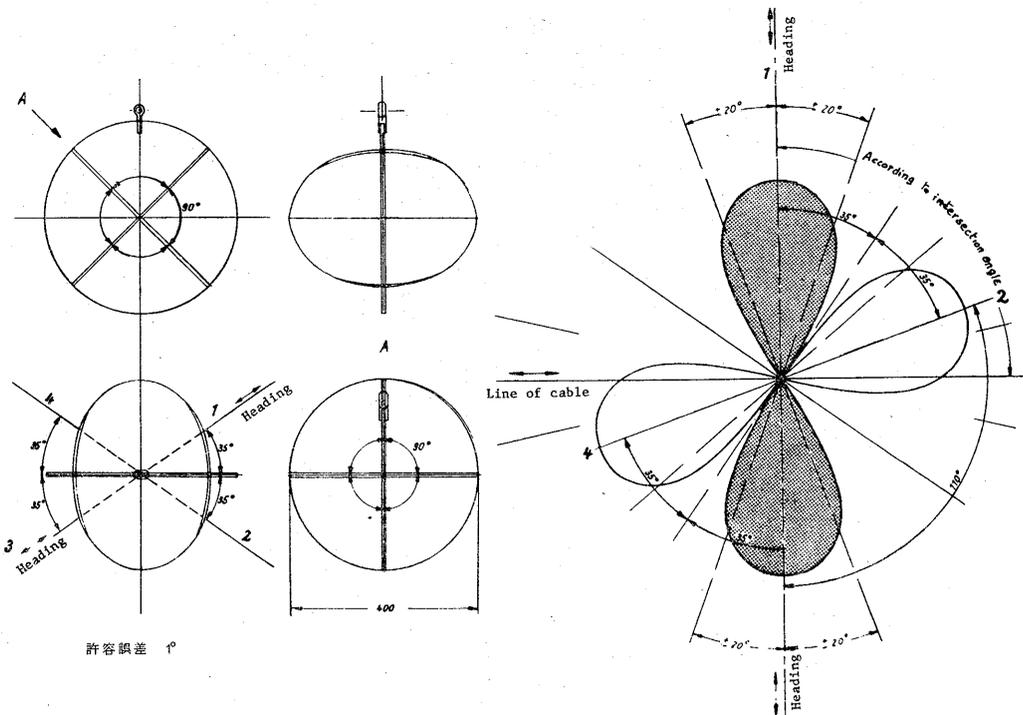
険を避けることができる。

「ライン河航行船用レーダ機器の特性上の要件」に適合するレーダでは、この点の列が 800 メートル以上の距離で見えなければならない。このことから等価反射面積は大抵 $\sigma=25\text{m}^2$ が必要である。反射器は 30m 以下の間隔で等間隔に取りつけ、最低 4 面の反射面を持つようにする。

レーダに対する特性のほか、反射器は軽量で、製造が容易であり、ある程度廉価でなければならない。また、風圧を下げ、一定の位置を保つためには球面状であることが望ましい。

利用し得る各種の反射器について前記条件に対する適合性を調査した。ルーネベルグレンズは反射キャップまたは反射リングが必要で片方向性があるので 2 つ必要であり、かつ高価であつて比較的重量もある。イトン・リプマン円筒レンズは反射面が軸に対して直角であるので不適である。内部に反射リングをつけた金網金筒(Wire Helisphere)も水平面に有効面があり、更に円形視野計(circular perimeter)を持つたオクテータ(oktaeder)反射器よりも高価である。

このようなことから架空線用としてオクテータ(第 11 a 図)が選定された。



第 11 a 図 直線水路用レフレクタ

水路が屈曲しているばあいは、屈曲した水路に沿った2方向に、常に主ロープが向くようにレフレクタを製作し、取り付けることができる(第11b図)。こうすればレフレクタの視認距離は最高になる。レフレクタの取り付け方は、反射ロープの方向が調整でき、かつ、その位置に固定できるように設計されてなければならない。

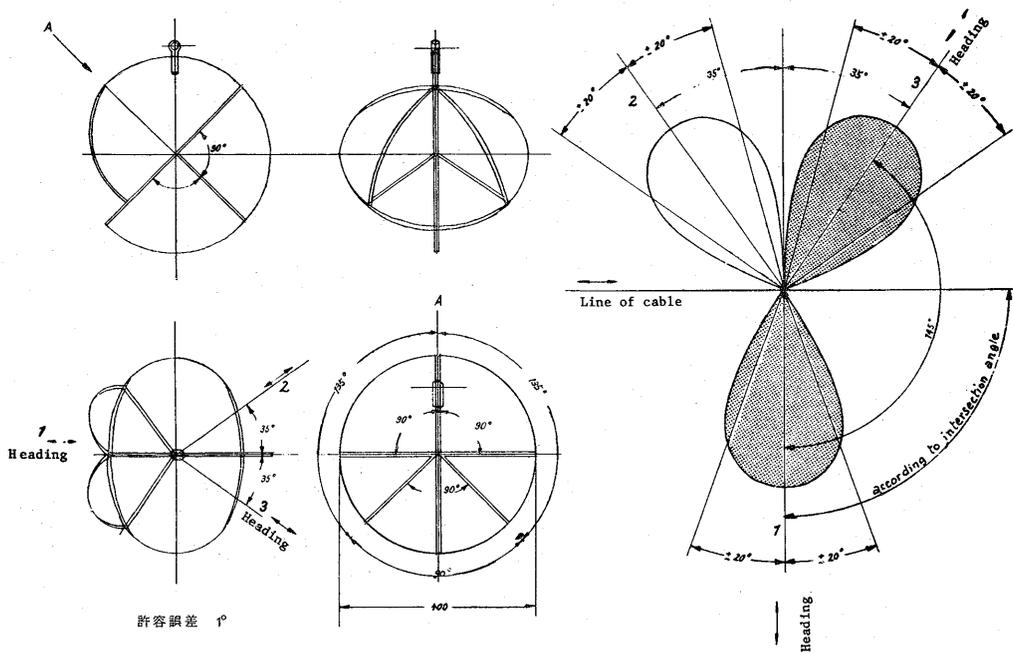
風による動きを減少させるために、プラスチックフォーム(密度 30 kg/m^3 以下)を使つて球状に仕上げ、表面はウェザープルーフの層を設けるようにする。

レフレクタの取り付けは一般にアース導線を利用する。鉄塔の強度が負荷の増加に耐えられないばあいは問題となるが、このようなばあいは別個にマストを建てて、架空線の上方または下方に専用のワイヤを張り、これにレフレクタを取りつけるようにすることの実用性を検討する必要がある。たとえばロープウェイなどでは同じよ

うに取りつけ上の問題がある。このばあいは特別の専用ケーブルがどうしても必要である。

アースケーブルに取りつけられたレフレクタと最も低い導線ケーブルとの間隔は、広いばあいは 30 m 以上にも達する。しかし利用距離の $400 \sim 800 \text{ m}$ に較べれば遙かに小さいので、航行上からは余り問題とならないと思われる。

しかし、ケーブルフェリーのケーブルは現われないことを強調しなければならない。通過船の操舵員は常に横切り船を警戒し、特に注意を払つて指示器を監視していなければならない。多くのばあいフェリーケーブルによる反射信号はフェリー自体による反射信号との判別がむづかしく、フェリーケーブルの信号に気をとられると危険な誤まりを招くことになる。



第11b図 屈曲水路用レフレクタ

レーダディスプレイ上の海面反射効果

抄 訳 庄 司 和 民

Effect of Sea Clutter on Radar Displays

Institute für Hochfrequenztechnik und
Fermeldentechnik der Technischer
Universität Hannover

W. H. Schönfeld

V. Muller

K. D. Schwarz

1.

海面反射は、レーダ映像を乱す最も著しいものである。風力 4~6 までは海面反射はその出現区域内で均一の発生分布をしているが、これより風力が強くなると波の帯を示すようになり、この帯の上では均一の発生分布をなしている。

2.

$$P_r = \frac{P_t G^2 \lambda^2 \sigma}{(4\pi)^3 R^4}$$

の式で

$$\sigma^\circ = \frac{\sum_i \sigma_i}{A}$$

$$P'_r = \frac{P_s G^2 \lambda^2}{(4\pi)^3 R^4} \sigma^\circ \cdot A$$

$$\sigma^\circ = \frac{\sum_i \sigma_i(R, \theta, \tau)}{R \cdot \theta \cdot \frac{C \cdot \tau}{2}}$$

$$\therefore P'_r = \frac{P_s \cdot G^2 \cdot \lambda^2 \cdot \sigma^\circ \cdot \frac{C_1 \tau_1}{2}}{(4\pi)^3 R_3}$$

通常は $1/R^4$ に比例するのであるが海面反射は $1/R^3$ に比例する。しかし、これは多重径路を含んでいないので、正しいとはいえない、我々はこれを簡単化したモデルで多量径路の計算を行い観測と概略一致している。

測定は我々の研究所で作った反射強度メータによつて行っている。海面反射の水平偏波成分を測定して、これを両対数紙上に距離と平均ピーク値 P_r とに關係してプロットすれば、海面反射の強さは、Fig. 1. Fig. 2. に示され

るように、明確な2つの相交わる直線で出来ている。これらは、海の波の高さと、観測した方位で夫々違つてい

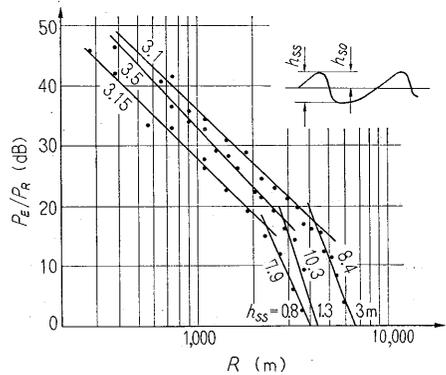


Fig. 1.

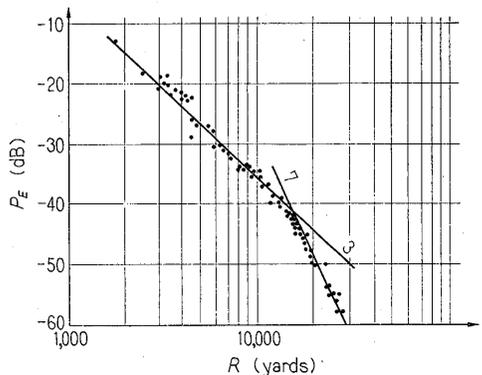


Fig. 2.

Fig. 3. (→5の間違)に1 target の2 経路伝播を示す。

Fig. 4. (→6の間違)に max, min の様子を示す。次に垂直にこの target が並んでいる (Fig. 5) とした時は、積分されて Fig. 6 のようになる。

この時 $1/R^{n_1}$ と $1/R^{n_2}$ のカーブとすれば $n_1=3.7, n_2=7.8$ の計算値を得る。

この計算では海面 S での反射は 100% と考えた。より低い反射ならば、このカーブは平行的に上る。ただし n_2 のカーブは動かないでそのままであり、またエコー強さがもつと低くなると遠い距離では第3の直線が表われ、 $n_3=4$ という値を示すと考えている。しかし、測定装置の感度が充分でないで、まだ第3の部分の存在を立証出来ないでいる。

上述の垂直分布のあるものを、横に広げると第2の次

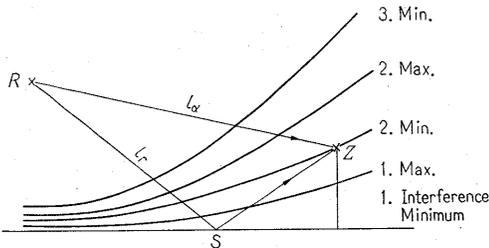


Fig. 3. Diagram of two-path propagation for a group of targets.

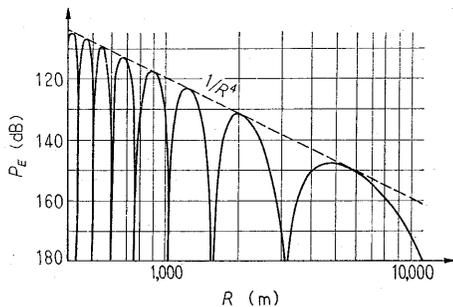


Fig. 4. Relation between sea clutter and range for the model in [1], for four different wave-heights. The specific backscatter properties of the model plane are chosen constant and independent of the sea state. Reflection from a flat calm sea surface is assumed to be 100%.

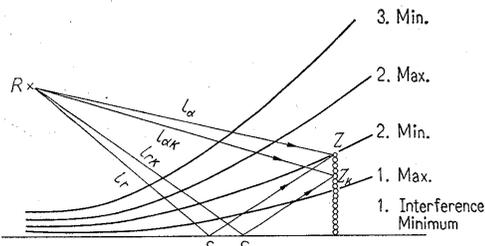


Fig. 5. Diagram of two-path propagation for a single target.

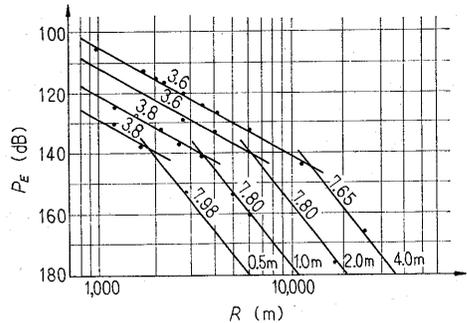


Fig. 6. Example of echo intensity with respect to range for a point target.

元が生ずるこれを積分しなければならない。

この横幅 b が R, θ に比べて小さい時は、その形と面の向きが反射強度曲線に大きく影響する。

例えば $R\theta$ に比べ b が充分大きく、アンテナを取り巻く円形とすれば、

$$n_1=2.7 \quad n_2=6.8 \quad n_3=3 \quad \text{となる。}$$

これは反射面積が距離に比例して増大することから説明される。

反射面が波立っている時、Fig. 3 の S は point でなくある面積をもつことになる。そしてこの面積はだ円形をなし、1例をあげれば空中線の高さ 24m で target の高さ 2m の場合、 $\lambda/4$ の位相差を生ずる距離は 4000m、だ円の面積は 1000 m^2 で、このだ円の短い径は 0.70m、長い径は 1800m である。

多くの測定実験は概略正しいことを示した。

$$n_1 \text{ は } 3 \sim 3.7 \quad \text{平均 } 3.3 \quad \text{計算値 } 3.7$$

$$n_2 \text{ は } 6 \sim 12 \quad \text{" } 8.2 \quad \text{" } 7.8$$

また Katzin 氏によれば $n_1=3 \quad n_2=7$

Beckman 氏 Spizzichino 氏によれば

$$n_1=3 \sim 4.3 \quad n_2=5 \sim 6.8$$

2つの反射曲線の交点 R_k は

$$R_k = \frac{8}{3} \frac{H \cdot h_{ss}}{\lambda}$$

$$\text{注 庄司} \quad R_c = \frac{12 a_s a_e}{\lambda}$$

この場合

$$h = \frac{2}{3} h_{ss}$$

$$a_e = \frac{2}{3} h_{ss}$$

としているようである。

海面反射の強さについての最初の実験で、海面反射と、風力、波浪階級の間に次の2つの重要な観測がなされた。

1. はじめ海は殆んど flat calm であつた。この時、海面反射はなかつた。突風が吹きはじめると (風力 2~4) 海面は直ちに波立ちはじめ、faint sea clutter がレーダに表われた。
2. 海面は flat calm であるが、明らかなスウェル (約 1m の高さ) があつたけれど、sea clutter は見られなかつた。

しかし、風が起つて 3~4 になつた時、intense sea clutter が表われた。この時の波立ちは前と殆んど同じであつた。



Record

昭和44年度事業報告

電波航法研究会事務局

Record of Work Carried Out by Japanese Committee for Radio
Aids to Navigation during Japanese Fiscal Year 1969

*Secretariat

1. Preliminary Meeting

May 14, 1969: A preliminary meeting was held at Toranomom Kyosaikaikan Hall, Tokyo, to make arrangements for the 1969's annual regular general meeting of the Committee.

Draft reports on the activities and financing of the Committee during fiscal 1968 were explained to be approved by the members.

The members agreed on the proposed work plans of fiscal 1969 to publish the Committee bulletin "Electronic Navigation Review" semiannually. They decided to set up an editorial staff within the Committee and Prof. Mozai, Vice Chairman, was appointed as chief editor.

They also agreed to make haste with the publication of the Bulletin No. 10, which was behind schedule, as well as to commence the collection of manuscript for Bulletin No. 11, and further agreed to make a status survey of the utilization of the electronic aids to navigation systems in foreign countries in addition to the work programmed for fiscal 1969.

2. Regular General Meeting

May 29, 1969: The annual general meeting was held at MSA's council hall, and the following matters

1. 昭和44年5月14日, 18時から虎ノ門共済会館で, 昭和45年度総会準備のため, 企画幹事会が開催された。

昭和43年度事業報告および決算報告は原案どおり承認され, 昭和44年度事業計画については, 会誌「電波航法」を年2回刊行することとし, そのため編集面を強化する必要があるので茂在副会長を編集長とし, 編集局を設けることとした。さらに刊行の遅れている10号の発行を急ぐこととし, 11号の原稿収集に着手することを決定した。

事業計画の中に諸外国の電波航法の利用状況調査を追加することにした。

2. 昭和44年5月29日, 14時から海上保安庁会議室において昭和44年度総会が開催された。

were approved.

- (1) Report on the activities of the Committee during the fiscal year 1968 were presented and approved as drafted.
- (2) Reports on the financing of the Committee during the fiscal year 1968 were presented and approved as drafted.
- (3) As a result of the election to appoint new staff members, Prof. Toshitada MATSUYUKI of the Defence Academy was appointed Chairman again, and Prof. Minoru OKADA and Prof. Torao MOZAI were also re-appointed Vice-Chairmen.
- (4) The secretariat submitted the work plans for the fiscal 1969. An additional explanation for the plans was made by Prof. Matuyuki, Chairman, and Mr. Takashi Okada, member of the secretary for planning.
- (5) The budget plan for fiscal 1969 was explained by Mr. Iijima, member of the accountancy, and approved as drafted.
- (6) Draft plan for publishing the Committee's bulletin "Electronic Navigation Review", proposed by the secretariat, was presented and approved.
- (7) The Committee member newly enrolled or resigned were reported by the Secretariat.
- (8) Present status of the concept to incorporate the Committee was explained by Prof. Matsuyuki, and the members agreed that the incorporating plan should be deferred for the time being.

The necessity to invite the people concerned with aeronautic field to participate in the Committee was voiced and stressed.

3. 1st Research Meeting

September 12, 1969: The first research meeting was held at the MSA's council hall.

Mr. Tsutomu SUZUKI of University of Electro-Communication, and Yukito IJIMA of the Tokyo University of Mercantile Marine each gave a lecture on the same subject "Electronic Auto-Plotter for Radar", followed by a lecture by Mr. Shiroh YOSHIMURA, the 3rd Regional Maritime Safety Headquarters, on the subject "Evaluation Test for Marine Transponder"

4. Extraordinary General Meeting

November 13, 1969: An extraordinary general

- (1) 昭和 43 年度事業報告が事務局により行われ、原案どおり承認された。
- (2) 岩佐会計幹事が昭和 43 年度決算報告を行ない、原案どおり承認された。
- (3) 会長および副会長の選出が行われ、会長に松行利忠氏、副会長に岡田実氏と茂在寅男氏がそれぞれ選出された。
- (4) 昭和 44 年度事業計画案について事務局が説明を行ない、さらに松行会長および岡田高企画幹事が追加説明を行なった後、昨年度の分を継続して本年度に加えることを追加して承認された。
- (5) 飯島会計幹事から、昭和 44 年度予算案の説明があり、原案どおり承認された。
- (6) 会誌「電波航法」の年 2 回発行について事務局案が提議され、本年度から年 2 回発行を実施することに決定された。
- (7) 会員の異動について事務局から報告が行われた。
- (8) 会長から法人化の現況についての報告が行われ、法人化は当分見送るが航空関係の参加を呼びかけることとなった。

3. 昭和 44 年度第 1 回研究会が昭和 44 年 9 月 12 日 14 時より、海上保安庁会議室において開催され、電気通信大学、鈴木務氏、東京商船大学、飯島幸人氏が「電子方式によるレーダのオートプロッタについて」と題して発表を行ない、次いで「船用トランスポンダの評価試験」について、第 3 管区海上保安本部吉村士郎氏が発表を行なった。

4. 昭和 44 年度の臨時総会が 11 月 13 日、大洗、曙荘において開催されたが、これに先立って、国際電々

meeting was held at Akatuki-So Hotel, Ibaragi Prefecture.

Prior to the meeting, the members made an inspection trip to the Satellite Communication Site of KDD in Ibaragi Prefecture, north-east of Tokyo.

Thirty-five members participated in the meeting.

5. 2nd Research Meeting

December 17, 1969: The second research meeting was held at MSA's council hall.

Lectures were given by Mr. Koichi KIMURA of the Electronic Navigation Laboratory, Ministry of Transport, on the subject "Position-Fixing by Navigation Satellites", and by Mr. Isoichi TANAKA of Kodan Electric Corporation, Ltd., on the subject "Development Status of Sonar in the U.S."

After the research meeting, an editorial meeting was held to discuss the publication of Bulletin No. 11, and they agreed to make it a "Special Issue for Radio Direction Finder", which was scheduled to become available at the end of March, 1970.

6. Mr. Tohru TADANO and Mr. Shosaku ITOH who attended the 25th annual meeting of the Institute of Navigation held in New York City from June 24 to 26, 1969, gave a lecture on "Talking Beacon System in Japan". Prior to the lecture, Mr. Tadano read a commemorative message from Prof. Matsuyuki, Chairman of JACRAN, which deeply impressed the audience.

7. Papers presented on the referred ION/25 meeting, and International Symposium on Navigation, held in Norway, were recopied to distribute to the Committee members.

8. "Electronic Navigation Review, No. 10" was issued.

9. Newly enrolled members during the fiscal year 1969 were as follows:

Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.
Japan Air Lines
All Nippon Airways

茨城衛星通信所(茨城県大王町)の見学を行なった。
参加者は 35 名であった。

5. 昭和 44 年度, 第 2 回研究会が昭和 44 年 12 月 17 日 14 時から海上保安庁会議室において開かれ, 運輸省, 電子航法研究所木村小一氏が「航行衛星による位置測定について」と題して発表を行ない, さらに光電製作所, 田中磯一氏が「ソナーに関するアメリカの現状」について講演を行なった。

研究会終了後, 「電波航法」11 号発行のための編集会議を開き, 「方位測定機特集号」として編集することに方針が決定された。11 号は 3 月末発行を目標として, 本年度経費で行なうものとし, 2 月末原稿締切のスケジュールで実施することとなった。

6. 昭和 44 年 6 月 24 日から, ニューヨーク市で開催されたアメリカ航海学会第 25 回総会に, 海上保安庁, 只野暢, 伊藤昭三九の両氏が「日本におけるトーキングビーコンシステム」と題して発表を行なったが, この発表に先立つて会長から同学会にあてたメツセージを読み上げ, 多大の感銘を与えた。

7. 技術資料として, 上記第 25 回アメリカ航海学会の発表論文集およびノルウェイで開催された「航海に関する国際シンポジウム」の発表論文集を会員に頒布した。

8. 「電波航法」10 号が刊行された。

9. 昭和 44 年度の新入会員は次のとおり,

三菱重工業株式会社
日本航空株式会社
全日本空輸株式会社

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

(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

会誌「電波航法」配布規定

電波航法研究会規約第 14 条第 2 項により、会員に対する会誌「電波航法」の配布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 無料配布

- (1) 正会員 会費 1 口につき 1 部
(2) 個人会員 会費 1 口につき 1 部
(3) 推せん会員 1 部
(4) 特別会員 1 部

2 有料配布

前項に示す部数を超える部数については、一般頒価(送料共)の 2 割引で有料配布する。

特別会員の資格

電波航法研究会規約第 17 条の規定により特別会員の会員資格を次のとおり確認する。

電波航法研究会

会 長 松行利忠

昭和 46 年 5 月 22 日

1 政府機関

- (1) 行政機関 部または課
(2) 附属機関 所または部

2 学校

学校、学科または教室

ただし、いずれも東京付近に所在する機関とする。

昭和 45 年度 電波航法研究会役員名簿

(昭和 46 年度役員名簿は 50 頁に掲載)

会 長	松 行 利 忠 (防衛大学校教授)	鈴 木 裕 (東京水産大学)
副 会 長	岡 田 実 (工学院大学教授)	鈴 木 務 (電気通信大学)
"	茂 在 寅 男 (東京商船大学教授)	木 村 小 一 (電子航法研究所)
企画幹事	岡 田 高 (沖電気)	岡 田 高 (沖電気)
	柴 田 幸 二 郎 (安立電波)	柴 田 幸 二 郎 (安立電波)
	平 田 剛 (大洋漁業)	清 野 浩 (海上保安庁)
	青 山 三 郎 (大阪商船・三井船舶)	会計監事 真 田 良 (日本船主協会)
	久 木 田 実 守 (日本航空)	岩 佐 作 一 (水洋会)
	木 村 小 一 (電子航法研究所)	事務局(編集) 庄 司 和 民 (東京商船大学)
	只 野 暢 (海上保安庁)	(会計) 飯 島 幸 人 (東京商船大学)
編集幹事	茂 在 寅 男 (東京商船大学)	(庶務) 豊 福 滋 善 (海上保安庁)

電波航法研究会正会員名簿

法 人 名 代 表 連 絡 者 名	所 在 地	電 話 番 号	郵 便 番 号
✓ 1 安立電波工業株式会社 ANRITSU Electronic Works. Ltd. 柴田 幸二郎 Kojiro SHIBATA	東京都渋谷区恵比寿南 1 の 1 の 1	1-1-1, Ebisuminami, Shibuya-ku, Tokyo 03 (719) 3811	〒 150
2 安立電気株式会社 ANRITSU Electric Co., Ltd. 阿 部 英 三 Eizo ABE	東京都港区南麻布 4 の 12 の 20	4-12-20, Minamiazabu, Minato-ku, Tokyo 03 (446) 1111	〒 106
上野タンカー株式会社 UYENO Tanker K.K. 木村 英二郎 Eijiro KIMURA	東京都千代田区霞が関 3 の 2 の 5	3-2-5, Kasumigaseki, Chiyodaku, Tokyo 03 (580) 0511	〒 100
✓ 大阪商船三井船舶株式会社 MITSUI O.S.K. Lines, Ltd. 三 嶋 虎 夫 Torao MISHIMA	東京都港区赤坂 5 の 3 の 3	5-3-3, Akasaka, Minato-ku, Tokyo 03 (584) 5111	〒 107
✓ 3 沖電気工業株式会社 OKI Electric, Industry, Co., Ltd. 岡 田 高 Takashi OKADA	東京都港区芝琴平町 10	10, Shiba-Kotohira-chō, Minato-ku, Tokyo 03 (501) 3111	〒 105
✓ 4 協立電波株式会社 KYORITSU Dempa, Co., Ltd. 志 方 久 夫 Hisao SHIGATA	八王子市石川町 2968 の 3	2968-3, Ishikawa-chō, Hachioji-shi 0426 (42) 9211	〒 192
川崎汽船株式会社 KAWASAKI Kisen Kaisha, Ltd. 水 上 弘 Hiroshi MIZUKAMI	東京都千代田区内幸町 2 の 1 の 1	2-1-1, Uchisaiwai-chō, Chiyoda-ku, Tokyo 03 (506) 2133	〒 100
国際電気株式会社 KOKUSAI Electric, Co., Ltd. 片 岡 吉 郎 Yoshiro KATAOKA	東京都西多摩郡羽村町神明台 2 の 1 の 1	2-1-1, Zinmyodai, Hamura-machi, Nishitama-gun Tokyo 0425 (51) 6111	〒 190-11
✓ 5 株式会社 光電製作所 KODEN Electronics, Co., Ltd. 田 中 磯 一 Isokazu TANAKA	東京都品川区上大崎 2 の 10 の 45	2-10-45, Kamiosaki, Shinagawa-ku, Tokyo 03 (441) 1131	〒 141
✓ 三波工業株式会社 SAMPA Kogyo K.K. 宇 治 家 彦 Iehiko UJI	横浜市中区かもめ町 40 番地	40, Kamome-chō, Naka-ku, Yokohama-shi 045 (621) 3841	〒 231
✓ 三光汽船株式会社 The SANKO Steamship, Co., Ltd. 小 松 三 郎 Saburo KOMATSU	東京都千代田区有楽町 1 の 1 1 の 1 新有楽町ビル	1-11-1, Yūroku-chō, Chiyoda-ku, Tokyo 03 (216) 6261	〒 100
✓ ジャパンライン株式会社 JAPAN LINE, Ltd. 中 島 五 郎 Goro NAKAJIMA	東京都千代田区丸の内 3 の 1 の 1	3-1-1, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo 03 (212) 8211	〒 100

✓ 印 3万円寄附者 46.10.14現在 OK 10/14出席者了承

法人名 代表連絡者名	所 在 地	電 話 番 号	郵 便 番 号
✓ 昭和海運株式会社 SHOWA Shipping, Co., Ltd. 植田更三 Kozo UEDA	東京都中央区日本橋室町 4の1	4-1, Nihonbashi-muromachi, Chuo-ku, Tokyo.	〒 103
✓ 新和海運株式会社 SHINWA Kaiun Kaisha, Ltd. 三浦寿一 Juichi MIURA	東京都中央区京橋 1の3 新八重洲ビル	1-3, Kyobashi, Chuo-ku, Tokyo	〒 104
水洋会 SUIYOKAI 岩佐作一 Sakuichi IWASA	東京都港区南麻布 4の12の20 安立電気内	c/o ANRITSU-denki, 4-12-10, Minamiazabu, Minato-ku, Tokyo	〒 106
✓ セナー株式会社 SENA Co., Ltd. 山田英雄 Hideo YAMADA	東京都千代田区内幸町 2の1の1	2-1-1, Uchisaiwai-chō, Chiyoda-ku, Tokyo	〒 100
全国漁業無線協会 All Japan Fishery Radio Association 公平信次 Shinji KOUHEI	東京都港区北青山 2の7の14	2-7-14, Kitaaooyama, Minato-ku, Tokyo	〒 107
全日本空輸株式会社 All Nippon Airways, Co., Ltd. 加藤孝義 Takayoshi KATO	東京都大田区羽田空港 1-6-6	1-6-6, Haneda-kūkō, Ōta-ku, Tokyo	〒 144
✓ 大洋漁業株式会社 TAIYO GYOGYO Kabushiki, Kaisha 平田剛 Takeshi HIRATA	東京都千代田区丸の内 1の5の1	1-5-1, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo	〒 100
✓ 6 大洋無線株式会社 TAIYO MUSEN Co., Ltd. 藤井公雄 Kimio FUJII	東京都渋谷区恵比寿西 2の20の7	2-20-7, Ebisunishi, Shibuya-ku, Tokyo	〒 150
✓ 照国海運株式会社 TERUKUNI KAIUN Kaisha, Ltd. 柴崎利春 Toshiharu SHIBASAKI	東京都中央区八重洲 2の3の5	2-3-5, Yaesu, Chuō-ku, Tokyo	〒 104
電子機械工業会 社 Electronic Industries Association of Japan 古里正藏 Shozo FURUSATO	東京都千代田区丸の内 3の2の2	3-2-2, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo	〒 100
OK 株式会社 東京計器 TOKYO KEIKI, Co., Ltd. 青木崇 Takashi AOKI	東京都大田区南蒲田 2の16	2-16, Minamikamata, Ōta-ku, Tokyo	〒 144
✓ 東京芝浦電気株式会社 TOKYO SHIBAURA Electric, Co. 黒川篤 Atsushi KUROKAWA	川崎市小向東芝町 1	1, Komukai-toshiba-machi, Kawasaki-shi	〒 210
東京船舶株式会社 TOKYO SENPAKU Kaisha, Ltd. 月川弘 Hiroshi TSUKIKAWA	東京都千代田区丸の内 2の7の3 東京ビル	2-7-3, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo	〒 100

法人名 代表連絡者名	所在地	電話番号	郵便番号
東京タンカー株式会社 TOKYO TANKER Co., Ltd. 宮本正春 Masaharu MIYAMOTO	東京都港区西新橋 1の3の12	1-3-12, Nishishinbashi, Minato-ku, Tokyo	〒 105
7 東洋通信機株式会社 TOYO Communication Equipment Co., Ltd. 船津忠平 Chuhei FUNATSU	神奈川県高座郡寒川町小谷 753 番地	753, Koyato, Samukawa-chō, Kōza-gun, Kanagawa	〒 253-01
日本海難防止協会 The Japan Association for Preventing Sea Casualties 鉾崎幸一 Koichi KUWAZAKI	東京都港区芝琴平町 35	35, Shiba-Kotohira-chō, Minato-ku, Tokyo	〒 105
日本アビオトロニクス株式会社 NIPPON Aviotronics Co., Ltd. 余湖政則 Masanori YOKO	横浜市瀬谷区瀬谷町 3680	3680, Seya-Machi, Seya-ku, Yokohama-shi	〒 246
8 七洋電機株式会社 NANAYO Electric Co., Ltd. 三上光敏 Mitsutoshi MIKAMI	東京都目黒区中央町 2の25の5	2-25-5, Chūō-chō, Meguro-ku, Tokyo	〒 152
長野日本無線株式会社 NAGANO Japan Radio Co., Ltd. 鷹野昌世 Masayo TAKANO	東京都港区芝西久保桜川町 25 番地	25, Shiba-nishikubo-sakuragawa-chō, Minato-ku, Tokyo	〒 105
OK 日本航空株式会社 JAPAN AIR LINES 久木田実守 Sanemori KUKITA	東京都大田区羽田空港 1の9の1	1-9-1, Haneda-kūkō, Ota-ku, Tokyo	〒 144
日本船主協会 JAPANESE Shipowners' Association 真田良 Makoto SANADA	東京都千代田区内幸町 1の2	1-2, Uchisaiwai-chō, Chiyoda-ku, Tokyo	〒 100
9 日本電気株式会社 NIPPON Electric Company, Limited 武田行松 Yukimatsu TAKEDA	東京都港区芝 5の7の15	5-7-15, Shiba, Minato-ku, Tokyo	〒 108
10 日本無線株式会社 JAPAN Radio Co., Ltd. 温品秀雄 Hideo NUKUSHINA	東京都港区芝西久保桜川町 25	25, Shiba-nishikubo-sakuragawa-chō, Minato-ku, Tokyo	〒 105
日本郵船株式会社 NIPPON YUSEN Kaisha 徳田迪夫 Nobuo TOKUDA	東京都千代田区丸の内 2の3の2	2-3-2, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo	〒 100
株式会社 日立製作所 戸塚工場 TOTSUKA Factory, HITACHI Ltd. 道野敏雄 Toshio MICHINO	横浜市戸塚区戸塚町 216	216, Totsuka-chō, Totsuka-ku, Yokohama-shi	〒 244
11 富士通株式会社 FUJITSU Limited 山崎晃市 Kōichi YAMAZAKI	川崎市上小田中 1015	1015, Kamiodanaka, Kawasaki-shi	〒 211

法人名 代表連絡者名	所在地	電話番号	郵便番号
12 古野電気株式会社 FURUNO Electric, Co., Ltd. 加藤増夫 Masuo KATO	東京都中央区八重洲 4の5 藤和ビル	4-5, Yaesu, Chūō-ku, Tokyo	〒 104
三井造船株式会社 MITSUI Shipbuilding & Engineering, Co., Ltd. 望月光宣 Mitsunobu MOCHIZUKI	東京都中央区築地 5の6の4	5-6-4, Tsukiji, Chūō-ku, Tokyo	〒 104
√ 三菱電機株式会社 MITSUBISHI Electric Corporation 渋谷裕 Hiroshi SHIBUYA	東京都千代田区丸の内 2の2の3	2-2-3, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo	〒 100
三菱重工業株式会社 MITSUBISHI Heavy Industries, Ltd. 原昌三 Shōzo HARA	東京都千代田区丸の内 2の5の1	2-5-1, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo	〒 100
山下新日本汽船株式会社 YAMASHITA-SHINNIHON Steamship, Co., Ltd. 谷山竜男 Tatsuo TANIYAMA	東京都千代田区一ツ橋 1の1の1	1-1-1, Hitotsubashi, Chiyoda-ku, Tokyo	〒 100

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)
企画幹事	庄司和民 (東京商船大学)	鈴木裕 (東京水産大学)
	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)	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
	只野暢 (海上保安庁)	(出版) 木村小一 (電子航法研究所)
編集幹事	岡田高 (沖電気工業株式会社)	(会計) 飯島幸人 (東京商船大学)
	柴田幸二郎 (安立電波工業株式会社)	(庶務) 豊福滋善 (海上保安庁)

編集後記

1. 11号のDF特集号に引きつづいて、昭和45年度中に、12号を発行する予定で原稿を集めて居りましたが、なかなか集まらないまま、今日までおくれましたことを深くおわび申し上げます。

2. 取り敢えず12号を発行させていただいて13号は20周年記念号として11月に発行致します。期待してお待ち下さい。

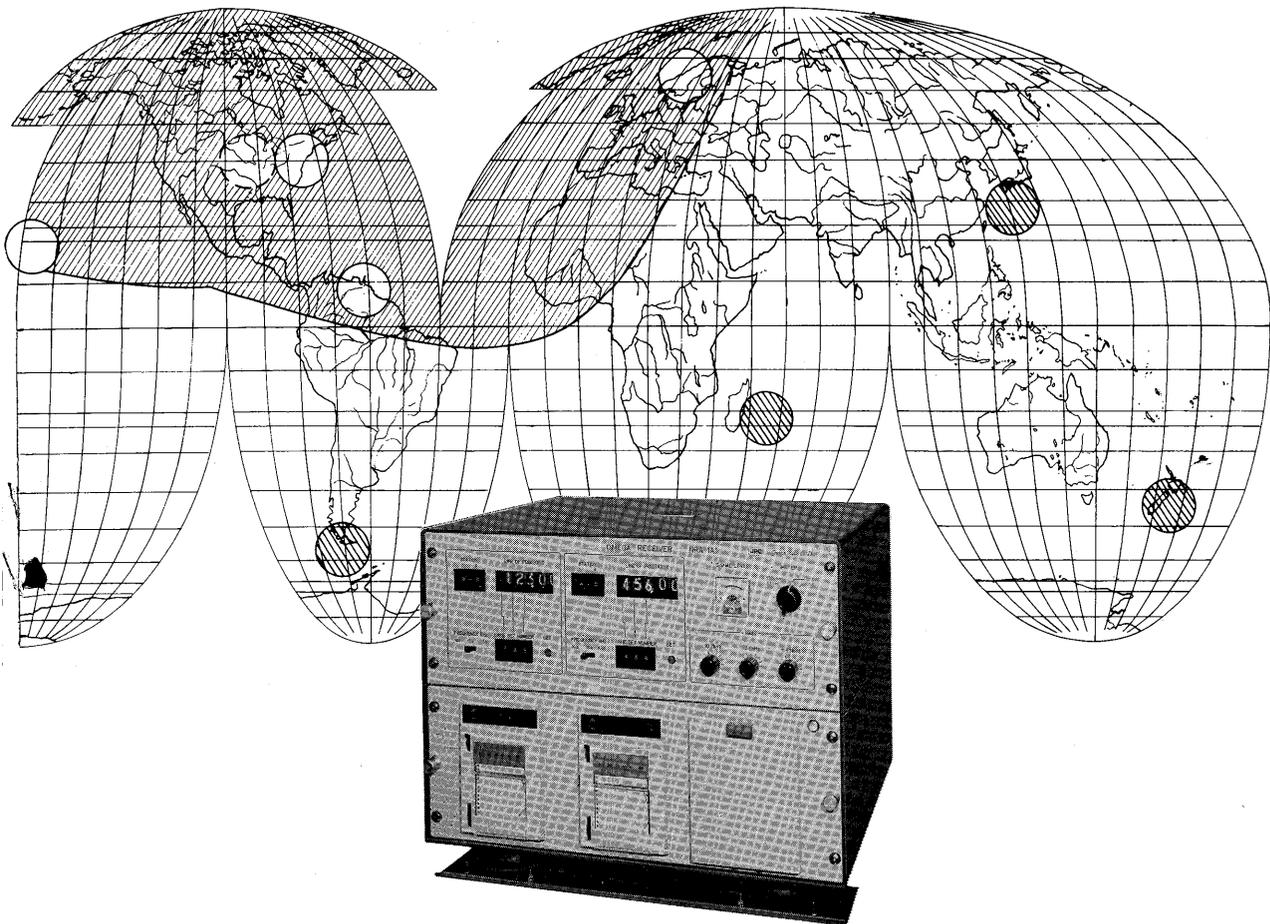
3. 次号からは電子航法研究所の木村氏が再び編集の勞をとつて下さることになりました。(庄司記)

——電波航法—— ELECTRONIC NAVIGATION REVIEW ——

昭和46年8月15日 印刷 1971
昭和46年8月20日 発行 No. 12

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



JRC オメガ受信機

JNN-1A1形

オメガ航法

従来、電波を利用して位置を求める双曲線航法にはロラン、デッカなどがありましたが、オメガ航法もこうした無線航法の一つです。ロラン、デッカの使用可能範囲は陸地近辺のごく一部の海上に限られていましたが、オメガは陸上、海上を問わず地球上のいたるところで位置を測定できる優れた特長を持っています。位置の測定精度は昼間1マイル以内、夜間2マイル以内です。

特長

- 自動計測
- 位置線表示
- 2周波同時受信可能
- チャートレコード内蔵
- A. T. Cで性能安定
- ρ - ρ 航法測定可能

世界の電波をつくる



東京都港区芝西久保桜川町25 第5森ビル
電話 東京 (591) (大代) 3451
大阪市北区堂島中1の23 堂島中町ビル
電話 大阪 (344) (大代) 1631
福岡市渡辺通り4の9の18号 福酒ビル
電話 福岡 (76) (代) 2636
札幌・仙台・八戸・清水・名古屋・神戸
舞鶴・呉・広島・長崎・熊本・鹿児島



昭和四十六年八月二十五日印刷
昭和四十六年八月二十日發行

電
波
航
法

●
電
波
航
法
研
究
會
發
行