

ELECTRONIC NAVIGATION REVIEW

電波航法



JACRAN. 20

1976

電波航法研究会 発行

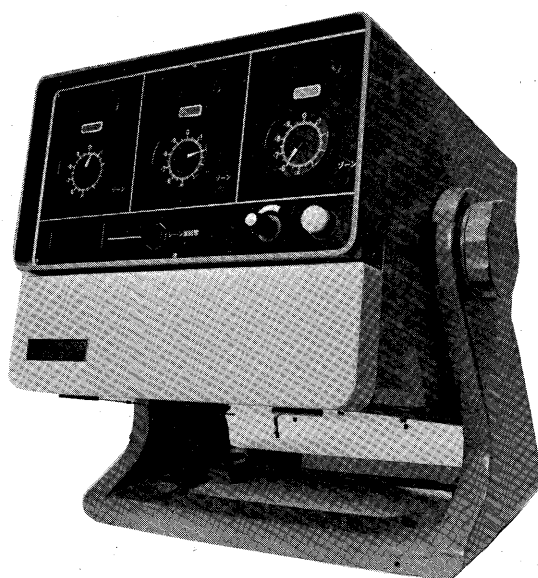
Published by the Japanese Committee
for Radio Aids to Navigation

最新型セナーデッカ

MS-3A

このたび当社は、富士通と協力して、海上保安庁のご指導のもとに、長年の経験と最新の技術を結集して、MS-3A型デッカ受信機を完成しました。

- 高精度、高感度
- 高信頼度
- 新形表示方式
（レーン：デジタル）
（センチレーン：デコメータ）
- 自動レーン設定
- 小形軽量（18kg）
- 低消費電力（36W）



当社で別途賃貸中のセナープロッタ（SE-3A型またはSE-3B型）と組合せて漁獲効率の上昇、経済的な運航、安全航行等に利用されております。



セナー株式会社

本 社 東京都千代田区内幸町2-1-1 TEL (03) 506-5331(代表)

札幌営業所 札幌市中央区南1条西1-1(東拓銀ビル) TEL (011) 231-8421(代表)

神戸営業所 神戸市生田区栄町通3-11(大栄ビル) TEL (078) 331-7292

福岡営業所 福岡市中央区天神1-14-16(不銀ビル) TEL (092) 711-1451(代表)

目次

CONTENTS

巻頭言 研究—実用化—実用	副会長 岡田 実	(2)
Foreword	Vice-President Minoru OKADA	

研究調査

Research and Investigation

航空事故の 2, 3 について	平栗元喜	(3)
Some Views on Aircraft Accidents	Motoki HIRAGURI	
ビーム圧縮レーダ	鈴木 務	(6)
Beam Compression Radar	Tsutomu SUZUKI	
ケーブル船黒潮丸の航法自動化システム	碓崎 貞雄	(9)
The Automatic Navigation System of the Cable-ship "Kuroshio-maru"	Sadao KAKISAKI	
日本のオメガ局とオメガ監視システム	豊福 滋善	(20)
The OMEGA Station and OMEGA Monitoring System in Japan	Shigeyoshi TOYOFUKU	

展 望

Observation

国際海事衛星システム設立のための第1回政府間会議	木村 小一	(28)
The 1st International Conference on the Establishment of an International Maritime Satellite System	Koichi KIMURA	

報 告

Report

オメガシンポジウム (1975年7月12~13日) について	庄司和民	(36)
Report on OMEGA Symposium (JAPAN 1975)	Kazutami SHOJI	

海外資料紹介

Abstract of Foreign Paper

On Observations of Modals Interference of the North Dakota OMEGA Transmission	E.G. Baxa, Jr.	(40)
	C.O. Lytle	
ノースダコタ局のモード干渉の観測結果について	(抄訳森脇憲治)	
OMEGA Signal Coverage Prediction	J.E. Bortz Sr. et al.	(45)
オメガ信号の有効範囲の予測	(抄訳森脇憲治)	

新製品紹介

Introduction of New Products

NOAA 気象衛星 受信装置	日本無線株式会社	(49)
Weather Satellite NOAA Receiving Equipment	JAPAN Radio Co., Ltd.	

研究会記事

Records

電波航法研究会 昭和 49 年度事業報告	電波航法研究会事務局	(57)
Record of the Work Carried Out by the Japanese Committee for Radio Aids to Navigation During Japanese Fiscal Year 1974	Secretariat	

巻 頭 言

(FOREWORD)

——研究—実用化—実用——

副 会 長 岡 田 実
Vice-President Minoru OKADA

戦争終結直後 GHQ の電気通信担当官 G 氏から、「日本には研究 (research) はあるが、実用化 (development) がない」と言われた。正にその通りで、一通り研究が終ると試作装置を作るが、そのまま手直して実用に供するというのが、当時としては当りまえのことであった。実用装置を作るまでに、何回も試作しては試用してみて、直すべき所を直す。その間に製作技術面から又品質管理面からの設計がえも行なわれる。そして誰れが使っても便利で故障のおきないものに仕上げる。そこで始めて実用品として出すと言うような時間と金のかかることは到底やれたものではなかったのである。

このように実用化がないために迷惑したのは使用者だけではない。その尻拭いに手をやいたのがメーカーであり、挙げ句の果に使いものにならぬと見限られて屢々折角の苦勞を合なしにされたのが研究者である。

しかし、ほとんど実用化をやらなかつことは論外だが、どんなものも完全無欠に仕上がるということとはあり得ない。だからこれも程度問題で、使いながら段々によくしていくということは、新しいものにはつきものと考えてのが妥当であろう。ただその程度が物によって異なる所に私達の知恵が必要となる。

中でも厄介なのは、私達の手では変えることのできない物理的性質をもったものを利用する場合であって、電波機器がその代表的な例である。このような場合には研究者、メーカーは勿論のこと、使用者にもその性質を十分に承知してもらわなければならない。そして一応これでやってみようということを、三者の合意の下にきめて、その線にそって機器の実用化を行い、一方で実用しながら同時に又実用化を進めるということになる。この類のものの実用化には実用する人の協力が必要不可欠で、それがない場合にはおそらくその真価を発揮する前に葬り去られることとなるであろう。

さて、私のように電波の意地悪い性質にほとんど困らせられ通しの研究生活を続けて来たものからみると、対馬オメガ局が世界第 5 番目に正式に電波を発射し始めたとはいうものの、Omega system は未だ未だ第一期実用化時代にある未完成品である。現に世界中で色々の面から実用化以前の研究さえ続けられている。私はこの際これを利用しようとする人々にこのことを十分認識されるよう強く訴えたい。そしてその運用方式を含めた実用化に、好意をもって積極的に協力されることを心から願って已まない。

研究調査

Research and Investigation

航空事故の2,3について

航空事故調査委員会事務局

平 栗 元 喜

Some Views on Aircraft Accidents

Secretariate, Aircraft Accident Investigation Commission

Motoki HIRAGURI

1. 航空事故のあらまし

(1) 日本における事故

昭和49年我国においては、49件の航空事故が発生し12名の犠牲者を出した。そのうち定期輸送機の事故は3件の病死事故を含んで7件であった。事故件数のうちの大部分を占めるものは、ヘリコプターによるもので18件(6名死亡)で、そのうち10件は農薬を散布中に電線に接触したこと等による事故であった。

セナス等軽飛行機による事故は15件、グライダー事故は8件であった。

大きな事故としては、昭和27年大島における木星号事故を始めとして昭和33年にDC-3が下田沖に墜落、昭和41年には羽田における全日空機(2/4)、カナダ航空機(3/4)と富士山近くのBOAC機(3/5)等の一連の事故、昭和46年、47年には自衛隊との衝突事故の他、デリー、モスクワ等における一連の日航機による事故が発生したが、その後この種大きな事故は発生していない。

(2) 米国における事故

米国においては、1974年の定期輸送機事故は47件で、うち死亡事故は9件(467名死亡)であった。その他軽飛行機等による事故は、4362件で、うち死亡事故653件(1290名死亡)であり、保有航空機数からいっても、世界の航空事故の大部分を占めているといえる。

死亡事故件数はほぼ横ばいであるが、大型輸送機時代を反映して死者数は倍増している。

1972年12月31日、ICAO(国際民間航空条約機構)の保有機数統計によると、米国は168,338機で、2位はその1割にも至らないカナダの12,870機、3位はフランスの5149機で日本は13位で1000機そこそこであり、主要な事故として最近の米国の事故について説明を

進めることにする。

(3) 最近の米国の事故

昭和48年11月3日ボストンにおいて、貨物機が科学薬品輸送中に貨物から煙が発生し操縦室まで入り操縦不能となり墜落した事故があった。事故調査の結果、これら危険な貨物輸送の規則手順及び取扱方法が完全でなかったことが明らかとなり、その対策がとられた。

次に史上最高の犠牲者を出したDC-10のバリにおける事故は御承知のことでしょう。この事故が発生する約2年前の47年6月カナダにおいて、死亡者はなかったが飛行中に荷物室のドアが開いた同種事故が起きていた。しかしその対策が完全にとれていなかったことが判明し問題となっていた。昨年12月1日米国東部は悪天候に襲われ、2件の大事故が発生した。1件はワシントンで進入承認を受けた航空機が、直ちに高度を下げて進入を始めたところ山に激突した事故で、航空管制用語について関係当局の間で検討を行っている。他の1件は、ニューヨークで離陸上昇中の航空機が高度計のピトーヒートを入れなかったため、ピトー管が氷結し速度計が正しく指示せず失速して墜落した事故であった。

(4) 事故はどの段階で最も多く発生するか

事故の発生状況を時期別にみると、55%は着陸進入時に発生したものであった。昔の着陸進入時の事故は、脚が破損することによる事故が大部分であった。最近の航空機は脚機構が強固となり、脚の破損による事故はなくなり滑走路の手前(アンダーシュート)又は行きすぎ(オーバーシュート)による事故が多くなっている。

着陸進入中の事故としては、1970年代における世界における輸送機による死亡事故は、前述の12月1日の事故を含めて58件、死者は2093名に達している。

なお最近大型機のILS着陸進入に際しての安全上の

問題となっていることであるが、DC-10 とか L-1011 機はアンテナと主輪との垂直面の距離が長く、滑走路末端通過時の高度が不安定にさらされていることである。航空機が着陸する時には、滑走路末端通過高度と速度が重要なのであるが、図 1 の如く H が長くなり W が短くなってきており、ILS の位置等とも関連があるが手前接地の不安全要素があるといわれている。

2. マイアミ事故

(1) 事故概要

昭和 47 年 12 月 29 日夜、定期旅客輸送機 L-1011 は旅客 163 名と乗組員 13 名が乗組み、マイアミ空港に着陸進入時に前脚の指示灯が故障したため着陸復航し、飛行場近くを 2000 フィートで飛行しトラブルシューティングを実施中に、急に高度が下がり墜落し旅客 94 名と乗組員 5 名が死亡した。

同機には最新式のデジタルフライトレコーダーが搭載してあった。現在多く使用されているフライトレコーダーは、速度、高度、針路、及び垂直加速度が時間と共に判明できるが、新しいデジタルレコーダーではさらに各エンジン性能、迎角、フラップ及びエルロンの位置等 60 以上のデータが利用出来た。また航跡解析には、航空機の位置及び高度を示す ARTS-III (自動レーダーターミナルシステム) の記録があり、CVR (コックピットボイスレコーダー) と共に事故解析には大きな役割を果たした。

(2) 事故の経過 (図 2 参照)

着陸進入を開始するまで当該機は異常なく運航しており、着陸復航した後の時間的経過は次の通りであった。

時 分 秒
23 34 : 05 管制塔に対し前脚のグリーンライトが

- ① 点灯しないので、着陸復航すると通報する。
- 23 36 : 04 ② 機長は副操縦士に対し、自動操縦装置を入れるよう指示する。
- 23 37 : 24 ③ 0.04 G と下方 G を示し、100 フィート降下したが自動的に降下がとまり、1900 フィートで飛行する。
- 23 40 : 38 ④ 1750 フィート通過を示す C 調音の警報音が聞こえるが、乗組員は気付かず反応はない。
- 23 41 : 44 ⑤ 飛行場の方に引返したいとの要求に対し左旋回を指示する。高度は 900 フィート。
- 23 42 : 05 副操縦士が「高度はどうなのだ。まだ 2000 フィートだね」機長は「何か起きたのか」と話し合っており、低高度になっていることに気付いていない。
- 23 42 : 42 墜落

(3) 事故の結論

1. 航空機は、前脚の指示灯の電球が切れていた以外

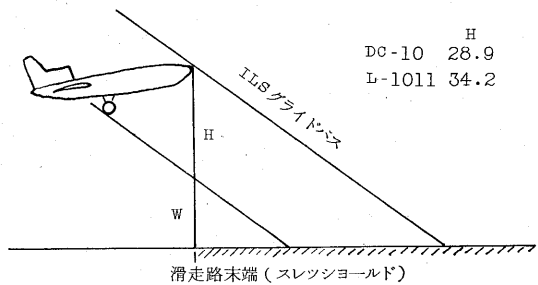


図 1

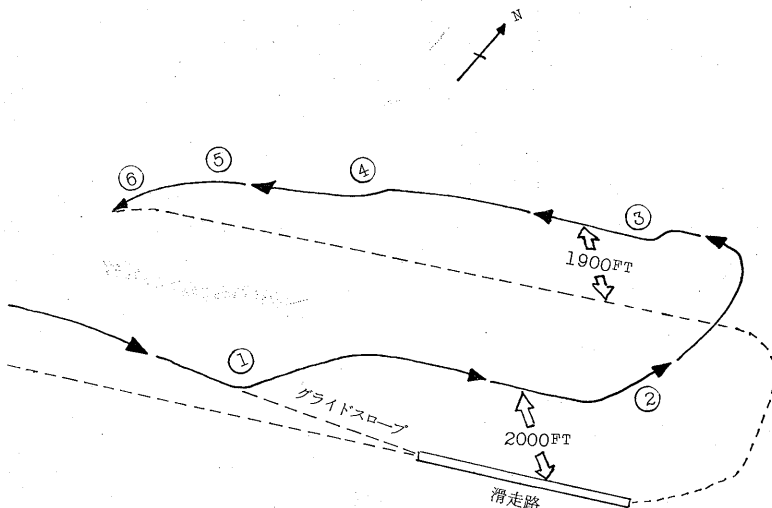


図 2

には異常なかった。

2. 同機は旋回中に高い降下率で地面と激突し、燃料タンクが破壊して火災が発生した。

3. 乗組員は最新の自動操縦装置を十分に理解しておらず、一寸の力で影響をうけるとは思わなかった。

4. 乗組員は前脚修理に夢中になっており、前脚を目視確認する電気室の灯火も故障していた。

5. 乗組員は警報音について気付かず、度々手動による出力減少があった。

6. 乗組員は最後の4分間飛行計器を監視することなく、予期しない降下を発見しなかった。

3. テキサス事故

(1) 事故概要

昭和48年9月27日夜コンベア600は有視界飛行方式で20時15分離陸したが、20時52分19秒に航路から100マイル北に離れた地点に墜落した。

当時航路上には、雷雲を伴う寒冷前線があり、計器気象状態であった。

フライトレコーダーによると、同機は離陸後1500フィートまで上昇し、20時49分47秒までは、1500フィートから3000フィートの間を、その後激突するまでは2000フィート前後を飛行していた。針路は離陸後290度に20時46分40秒には270度、20時51分45秒には240度とたえず針路は変化しており一定しなかった。速度は160ノットから228ノットの間で、激突した時は188ノットであった。

コックピットボイスレコーダーによると、乗組員は離陸後地上局と交信せず、副操縦士は機長の指示する高度と針路に従って飛行していた。

激突の12分前に副操縦士が「どこを飛んでいるのか分らない。この付近はよく知らないの」というていた。さらに激突2分40秒前に機長が2000フィートへの降下を指示した際にも副操縦士は、「一体どこを飛んでいるのだろうか？この辺の標高は…」に対し、機長は「この付近の一番高い標高は1200フィートだ」というていた。

ところが航空機は、標高2025フィートの山の森林に激突していた。

(2) 事故の結論

1. 航空機は飛行中、機体、発動機及び各システム等に何等の異常はなかった。

機長は飛行管理者に飛行計画を説明しておらず、飛行管理者も当該飛行を監視していなかった。

3. 同機は有視界飛行方式で、承認をうけることなく計器気象状態で飛行していた。

4. 乗組員は、同機の位置を知り安全な飛行高度を選ぶために利用可能な航法援助施設を活用しなかった。

5. 機長は標高について十分な知識がないのに標高以下の高度への降下を指示した。

6. 同機は水平直線飛行で巡航速度で激突しており、乗組員は激突するとは考えていなかった。

マイアミ事故は最新式の航空機による事故であったが、高性能の自動操縦装置は過信して使いこなせなかった。最後の288秒の間、乗組員は計器をよく監視しておらず一人も高度が下がっていることに気付かず、全員が灯火修理に夢中になっていたものである。

テキサス事故の場合は、利用出来る航法援助施設が多くありながらそれらを活用していなかった。当時天候は悪くさらに夜間飛行下であって、副操縦士は自分の飛んでいる地域を知らず不安を持ちながら、機長の指示のみで飛行して事故になった珍しい事例であるといえよう。

これら2件の事故例から明らかなように、乗組員は激突するまでまさかそんなに大地と接近しているとは想像もしていなかった。進入着陸中の事故例には、この種事故は多い。

4. 航空事故の対策

米国においては、運輸安全委員会(NTSB)が事故調査を実施し、事故防止のための勧告を航空当局である連邦航空庁(FAA)等に対して行っている。これら勧告のうちから、乗組員が気付くことなく地面と激突する事故を防ぐためにとられた事例の一つを紹介してみる。

FAAは、昨年12月24日関係航空規則の一部を改正し、民間大型輸送機に対し本年12月1日までに対地接近警報装置(GPWS-Ground Proximity Warning System)搭載を義務づけた。このGPWSは、航空機が地面に対して危険な飛行経路をとり始めると、回復操作の時間的余裕をもって乗組員に警報を与える装置である。この装置はアメリカのサンドストラッド社が開発したもので、警報音とプルアップ(機首をあげよ)という音声と赤い警報灯が点滅して乗組員に緊急事態をしらせる仕組みで、次の5つのモードから成っている。

1. 2400フィート以下を飛行中に降下率が多くなった時。(高度により降下率は定められている)

2. 飛行中地面への接近率が異常に大きくなった時

3. 離陸後700フィート到達までの間に降下率を示した時

4. 飛行中地面との高度差が極度に少なくなった時

5. 計器着陸による進入時グライドスロープから一定値以上外れた時

このような新型の警報装置が取付けられることにより、進入着陸時における事故は減少することが期待されている。

ビーム圧縮レーダ

電気通信大学 鈴木 務

Beam Compression Radar

Associate Professor of the University of Electro-
Communications, Tokyo, JAPAN.

Tsutomu SUZUKI

(1) まえがき

アンテナビームを鋭くするにはアンテナの寸法を大きくすることが必要とされる。アンテナの寸法を大きくせずにビーム中を小さくすることは従来の技術では不可能であった。これはアンテナが線形素子として動作しているからであり、アンテナから得られる信号を電子回路で処理することにより出力を得る信号処理アンテナ Signal Processing Antenna ではアンテナを等価的に非線形動作させることができ、これにより新しくビーム圧縮技術が可能となった。ビーム圧縮をする信号処理アンテナのいくつかの方法はすでに発表があり*1, 最も古いものは電波天文用のアンテナとして有名な Mill's Cross Antenna*2 がある。レーダ用のアンテナとしてビーム圧縮を初めて実現したのがドイツのエルベ河とオランダのロッテルダム港に設置して現在稼動中の multiplicative antenna radar である。現在までにロッテルダム港に1台とエルベ河に4台が稼動している。筆者も数年前からアンテナビームの圧縮をしており、いくつかの方法についてすでに研究を行っていたが今回上記のハーバーステーションを見学し、オランダのロッテルダム近くにある Cristian Huygens Laboratorium においてアンテナの設計者、R. Blommendaal 氏とビーム圧縮について技術交流をする機会を得たので主として multiplicative antenna によるビーム圧縮を中心に簡単な紹介をのべることにする。

(2) 単一型相関アレイ, Single Correlation Array

Mill's Cross Antenna は図1に示すごとく二つのアレイ

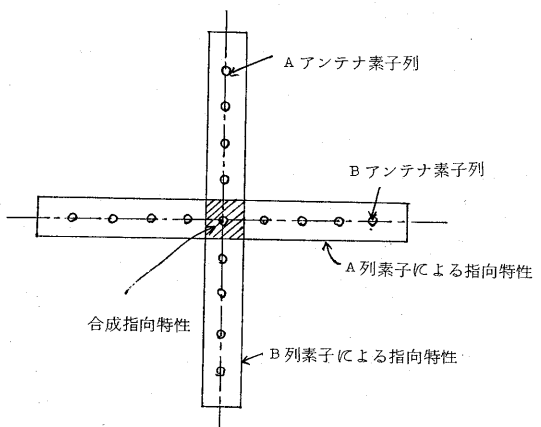


図1 Mill's Cross Antenna

イ指向特性の重なり部分のみを利用して等価的にビーム中を狭くするというよりはアンテナ素子数を節約するのが主な目的であった。すなわち図1のアンテナアレイにおいて各アレイ列の受信出力間の積を取出すと N^2 素子相当の指向特性が $2N$ 素子で実現できる。

図2は相関型アレイと呼ばれるビーム圧縮型アンテナで電波天文用アンテナに利用されているアンテナである。アンテナ素子 $A(X)$ と $B(X)$ とを $2a$ なる間隔でアレイを作り、それぞれからの出力を phase switching type の掛算回路により積出力として取出すと、素子間隔を $4a$ としたアレイと同じ指向特性が得られアンテナ全長を2倍にしたと等価なアンテナとなる。いま単一波源からの到来波について考察すると、 A, B 素子からの受信出力は

$$v_a = A(X) \cos(\omega t - \beta a X) \quad (1)$$

$$v_b = B(X) \cos(\omega t + \beta a X) \quad (2)$$

ここで、 $X = \sin \theta$, θ は電波の到来方位, $\beta = (2\pi/\lambda)$, 位相定数, $A(X), B(X)$ はそれぞれ素子の指向特性とする, $\alpha(t)$ は位相切換器で、 B 素子出力は位相変調を受けて

*1 A. Berman and C.S. Clay, "Theory of time arranged product arrays" J. Acoust. Soc. Am. 29, 806, 1957.

*2 J.D. Kraus "Astronomy" McGraw Hill Book Co.

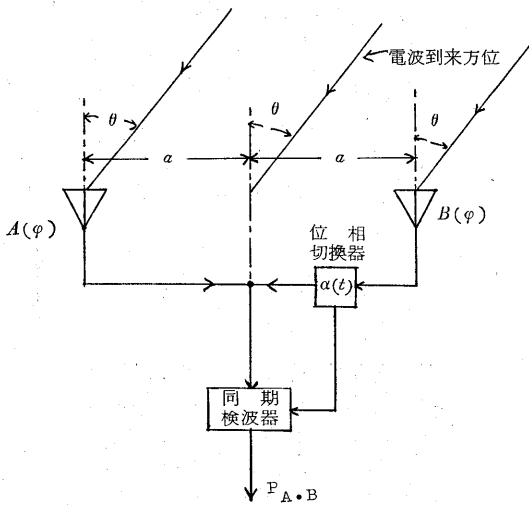


図 2 相関型アレイ, Correlation Array

$$v_b = B(X) \cos \{ \omega t + \beta a X + \alpha(t) \} \quad (3)$$

となり A 素子出力と加特されてから同期検波 ($\alpha(t)$ の周期で) されると合成出力 v_0 は

$$\overline{v_0^2} = (\overline{v_a + v_b}) \cdot (\overline{v_a - v_b}) \quad (4)$$

$$= \frac{A^2(X) + B^2(X)}{2} + A(X)B(X) \cos(2\beta a X - \alpha(t)) \quad (5)$$

となり第 2 項成分のみを周期 $\alpha(t)$ で同期検波すると出力 (電力) は

$$P_{AB} = A(X)B(X) \cos(2\beta a X) \quad (6)$$

となる。 $A(X) = B(X)$ とすると

$$P_{AB} = A^2(X) \cos(2\beta a X) \quad (7)$$

となる。一方アンテナ素子出力を従来のごとく重畳すると出力電力 P_{A+B} は

$$P_{A+B} = A(X) \cos(\beta a X) \quad (8)$$

となり (7) と (8) を比較すると (7) は X すなわち電波の到来方位 θ に対して (8) より半分の周期を持つことがわかる。つまり同一構造のアレイにおいてビーム幅が半

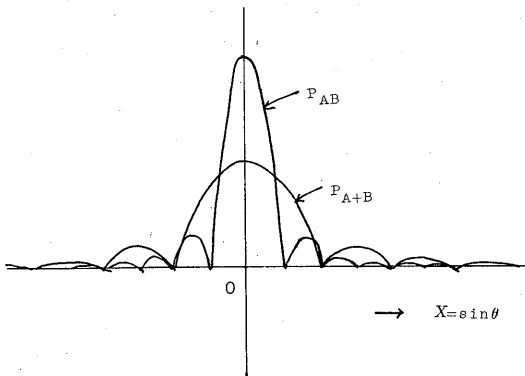


図 3 線形アレイと相関アレイの指向特性

分に圧縮されたことになる。これが相関アレイの基本原
理である、図 3 にそれぞれの指向特性の概要を示す。

(3) アレイアンテナを素子とした掛算形アンテナ

相関形アレイ又は掛算形アレイを実現するにはいくつ
かの方法がある。ここでは欧州で実用化されているハー
バーレーダに利用した掛算アンテナの例^{*3}を示す。図 4
の構造において A はスロットアレイアンテナ (長さ約
4 m)、B は両端につけた基準アンテナ素子で小型のホー
ン型又はスロットアレイを用いる。M はアナログ型の
掛算回路でダイオードの非線形を利用する。A アンテナ

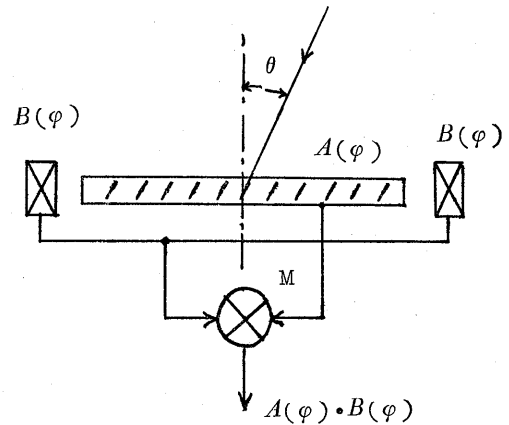


図 4 掛算形アレイ, Multiplicative Array

の素子数, $2N+1$, 素子間隔, d , 一様分布特性とする
と指向性 $A(\phi)$ は

$$A(\phi) = \sum_{n=-N}^N a_n \exp(jn\phi) \quad (9)$$

$$\phi = \frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta \quad (10)$$

$a_n = 1$ とすると

$$A(\phi) = \frac{\sin \frac{2N+1}{2} \phi}{\sin \frac{\phi}{2}} \quad (11)$$

となる。B を利得 1 の単位アンテナと考えると

$$B(\phi) = 2 \cos N\phi \quad (12)$$

A と B との積出力を取出すと

$$A(\phi) \cdot B(\phi) = \frac{\sin \frac{2N+1}{2} \phi}{\sin \frac{\phi}{2}} \cdot 2 \cos N\phi \quad (13)$$

$N \gg 1$ なら

^{*3} R. Blommendaal; "Short Description of the product antenna system" Christian Huygens laboratorium N.V.

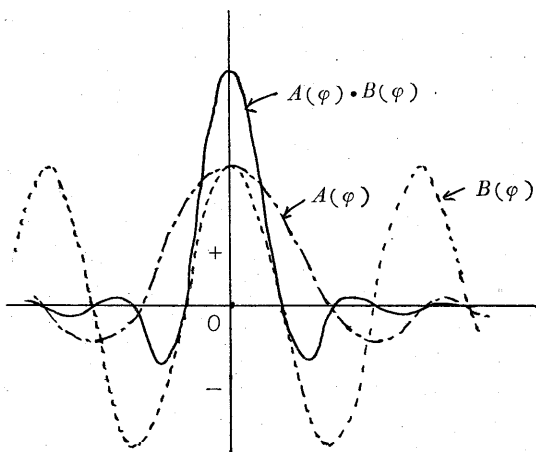


図 5 掛算形アレイの指向特性, Field Pattern of a Multiplicative Array

$$\cos N\phi \doteq \cos \left(\frac{2N+1}{2} \phi \right)$$

としてよいので (13) は

$$\begin{aligned} A(\phi)B(\phi) &\doteq \frac{2 \sin \left(\frac{2N+1}{2} \phi \right)}{\sin \frac{\phi}{2}} \cdot \cos \left(\frac{2N+1}{2} \phi \right) \\ &= 2 \frac{\sin (2N+1)\phi}{\sin \frac{\phi}{2}} \end{aligned} \quad (14)$$

となる。(14) と (11) を比較すると積出力は (14) スロットアレイ $A(\phi)$ に対して約半分のビーム幅を持つことがわかる。B アンテナは小型の素子なので全体の寸法は

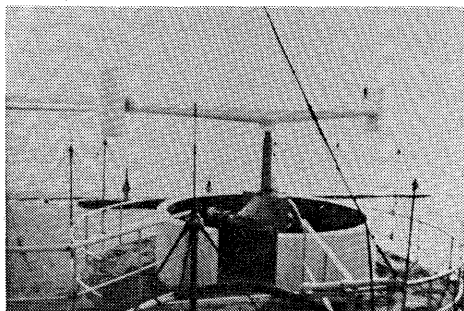
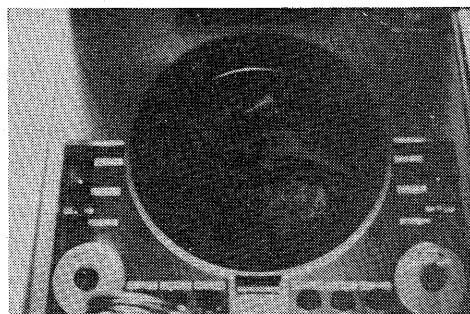
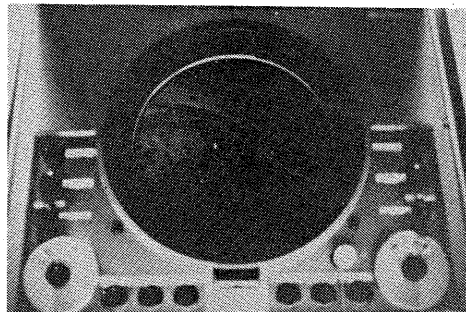


図 6 ロッテルダムハーバーレーダアンテナ
Multiplicative Antenna at Rotterdam Harbour
Radar Station

ほとんど A アンテナの大きさでよい。(図 6) またサイドローブ比も改良される。図 7 はロッテルダム港入口の Pilot Mars Station に設置した掛算アンテナの写真で



(a) 通常モード, Normal mode



(b) ビーム圧縮モード, Beam Compression mode

図 7 エルベ河レーダ映像 PPI Picture at Elbe river

のアレイ素子のみのビーム幅約 0.5° (X バンド) がビーム圧縮により約 0.25° に圧縮されている。図 7 (a) と (b) はドイツエルベ河の Brunsbüttel Station ハーバーレーダ局でモニターしたエルベ河のレーダ映像で (a) が通常モード (A 素子のみ使用), (b) がビーム圧縮モードとして同一アンテナを使用した映像を示す。スイッチで切替えるだけで微細な映像になってビーム圧縮の効果が認められた。

(4) ま と め

本論では新しいビーム圧縮技術の一例を紹介した。この他にもいくつかの方法があり、筆者のところでも数年前からこの方面の研究に着手していたが世界で初めて実用化に成功したヨーロッパのハーバーレーダをみて私自身への強い刺激となつたとは否めない。Blommendaals に会いいろいろ設計上の苦心話を聞かせてもらった。ハーバーレーダのオペレータも映像の鮮明化を認めており、今後欧州ハーバーレーダにこの新しい技術が標準的に取入れられるようになるだろうと話していた。簡単な紹介と解説であるが日本の関係者の方々のなにかのご参考となれば幸いである。

ケーブル船黒潮丸の航法自動化システム

三菱重工業株式会社下関造船所 碓 崎 貞 雄

The Automatic Navigation System of the Cable-ship "Kuroshio-maru"

Mitsubishi Heavy Industries Co., Ltd.

Sadao KAKISAKI

1. ま え が き

ケーブル船黒潮丸は、日本電信電話公社発注により、三菱重工業株式会社下関造船所において昭和50年2月28日に竣工したもので、その任務たる布設ルート調査、布設工事等を高精度で能率良く実施するため、工事中の船位船速の高精度測定、操船、布設、記録を総合的にこなう中央コンピュータオンラインリアルタイム方式の大きな自動化システムを採用している。

本報告はその自動化システムの全容について紹介するものである。

2. 本船の概要

本船はわが国最大の新鋭ケーブル船であり、ケーブル敷設船としての種々の工夫が凝らしてある。図1に本船の一般配置図を、表1にその主要目を示す。

3. ケーブル布設工事の概要

近年海底同軸ケーブル通信方式の発達著しく、大容量化、長距離化が進められ、国内では従来海峡間や離島間にしか使用されなかった海底線は、沿岸大都市間を結ぶ幹線通信ルートとして脚光を浴びることになった。そのため、大容量化に見合う信頼性の向上が必要不可欠となり、浅海域での漁撈や投錨によるケーブル障害を避けるために、従来のケーブルを単は海底に横たえるだけの布設方法に加え、ケーブルを海底に埋設する布設方法も実用化されつつある。

このような進歩に伴ない、布設工事に対する信頼性の要求も格段に厳しくなり、ケーブル敷設船による工事は、図2に示すような各段階に分けて実施される。

先ず布設工事に先立ち幾つかの候補ルートを設定し、SG ソーナや音響測深機を用いて地質構造や海底表面状

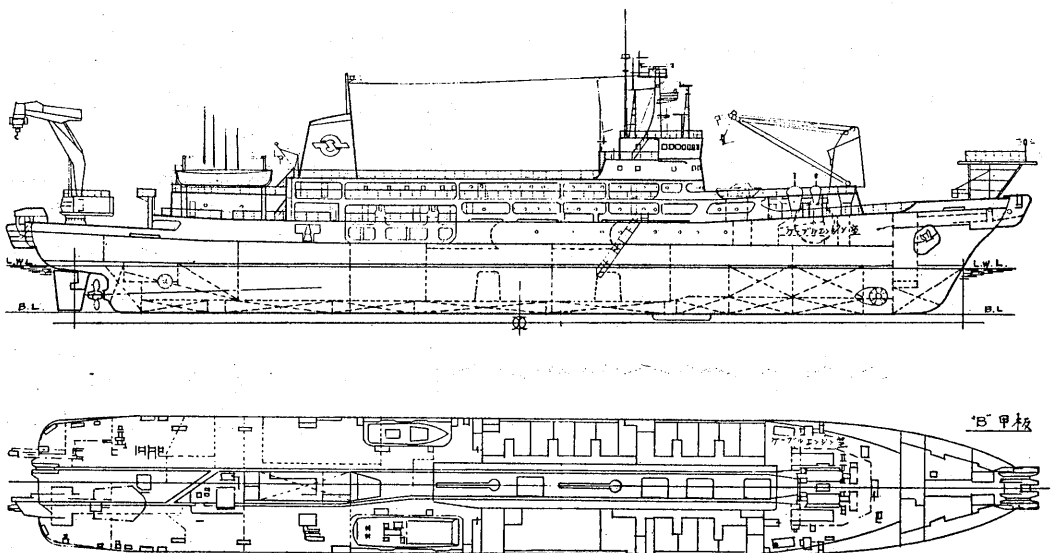


図1 黒潮丸一般配置図

表 1 黒 潮 丸 要 目 表

船 級	JG 近海区域		主 機 関	三菱 MAN V8V40/54×1 非逆転ディーゼル機関 連続最大出力 8900 PS/430 rpm
全 長	119.28 m		補助ボイラー	クレイトン WHO-100×2
垂 線 間 長	105.00 m		主 発 電 機	3 相 AC 450 V/812.5 KVA×4 ダイハツ 8 PSHTb-26D 駆動
幅 (型)	16.20 m		停泊用発電機	3 相 AC 450 V/375 KVA×1 ダイハツ 6 PSHTc-20 駆動
深 さ (型)	5.90 m		プ ロ ペ ラ	三菱 KAMEWA 4 翼 可変ピッチプロペラ×1
喫 水 (型)	5.60 m		パウスラスタ	三菱 KAMEWA 4 翼 可変ピッチプロペラ×1 800 PS (600 kW)/262 rpm
総 ト ン 数	3344.90 トン		ス タ ン ス タ	三菱 KAMEWA 4 翼 可変ピッチプロペラ×1 500 PS (375 kW)/337 rpm
純 ト ン 数	1239.85 トン		ケ ー ブ ル エ ン ジ ン	電動油圧 3800 φ ドラム型 高・中・低速 3 段切換式左右舷各 1 引揚げ能力 30 t×15 m/min~2 t×225 m/min
載 荷 重 量	2320 トン		作 業 艇	9.5 m (85 PS エンジン付)×1 12.5 m (280 PS エンジン付)×1
タンク容積	上部ケーブルタンク	1035 m ³	ディンギー	FRP (75 PS エンジン付)×1
	No. 1 ケーブルタンク (ベール)	353 m ³	シーリフト クレーン	電動油圧 132 kW/20 t/13 m×1
	No. 2, 3 ケーブルタンク (コイル)	887 m ³	埋 設 機	調 3 号×1
	燃料油タンク	628 m ³		
	清水タンク	533 m ³		
	清水バラストタンク	335 m ³		
	海水バラストタンク	238 m ³		
速 力	試 運 転 最 高 航 海	17.88 kn 16.5 kn		
航 続 距 離	6883 海里			

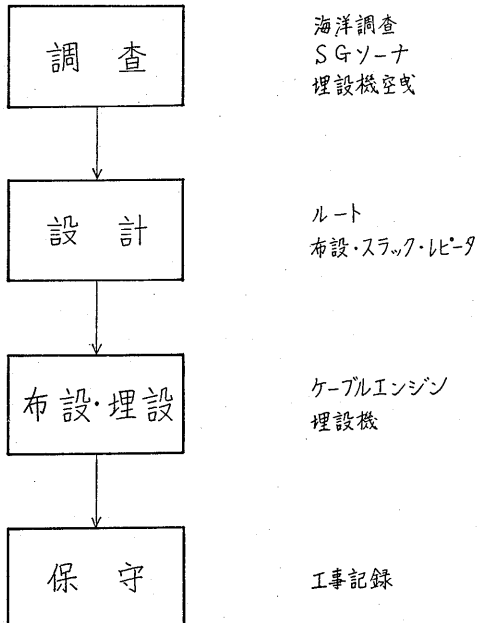


図 2 海底ケーブルの工事

況の海洋調査を行ない、この調査結果より布設に最適なルートが決定され、更に海底の起伏に合わせてケーブルを密着させ且つ障害時にケーブルを引き揚げられるだけの余裕 (スラック) を持ったケーブル長さとルート上の

位置に対応したケーブルの繰り出し速度が設計される。尚、後刻埋設工事を予定しているルートについては、埋設機の空曳による調査が行なわれる。

このような調査ができるためには、調査の際中に正確な船位を測定することができ、しかも次の布設埋設工事の際も含めて、決められたルート上を正確に航走する必要がある。

また布設工事に際しては、設計通りにケーブルを布設するために、工事期間を通じて船速の変化に応じてケーブル繰り出し速度を算出し、ケーブルエンジンを常時監視制御しなければならない。

そして、ルート調査及び布設埋設工事中に採取した膨大な量にのぼるデータは、保守のための参照データ、次期工事のための参考データとして整理保存される。

本船では以上のようなケーブル敷設船に要求される機能を備えるために、各種測定機器や制御機器をコンピュータとオンラインで結び、これをリアルタイムで処理することにし、ケーブル布設作業の自動化システムを構成した。図 3 に本船による布設作業の概念図を示す。

4. システム構成

本システムは図 4 に示すように、各外部プロセスより与えられる船位、船速、相対位置、水深情報を「中央コンピュータシステム」により処理し、常時最も確度の高

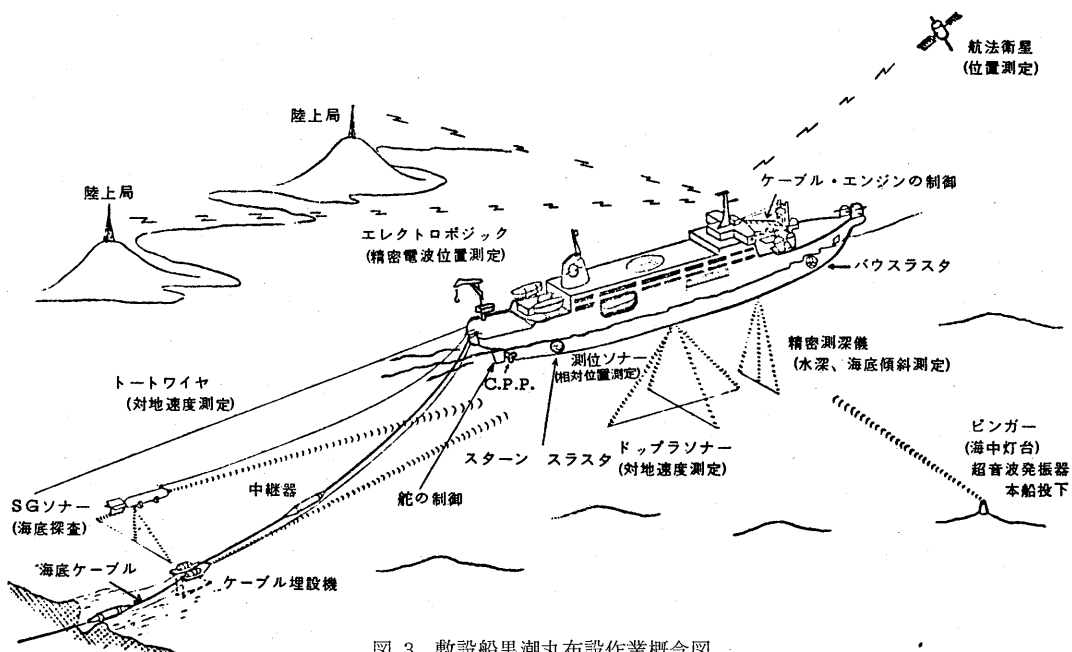


図 3 敷設船黒潮丸布設作業概念図

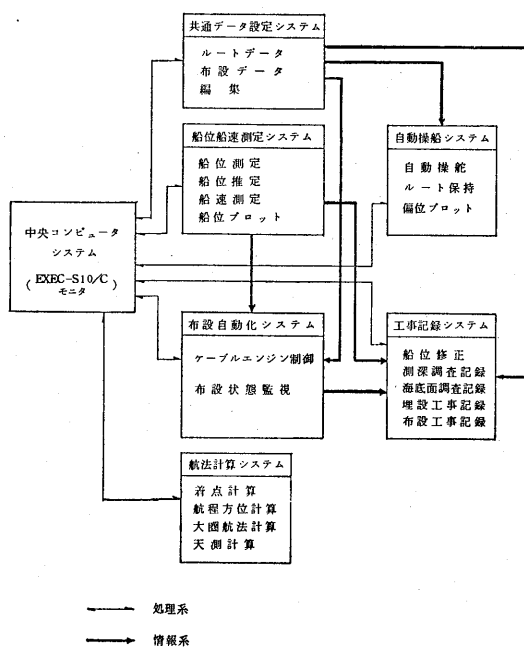


図 4 システム構成

い船位、船速を計算する「船位船速測定システム」とこの情報をもとに「共通データ設定システム」で与えられたルート上の自動操船を行なう「自動操船システム」と、与えられたルート上の布設工事の監視、制御を行なう「布設自動化システム」と、海洋調査、工事結果の一括整理記録を行なう「工事記録システム」と、各種航海

計算を行なう「航法計算システム」の7つのシステムから構成されている。

5. ハードウェア構成

本システムは、中央処理装置とその周辺装置及び外部プロセスの3つのハードウェア群から構成されている。図5にハードウェア構成を示し、図6にその機器配置を示す。そして以下にその主な構成機器の概要ならびに性能の要目を示す。

5.1 中央処理装置

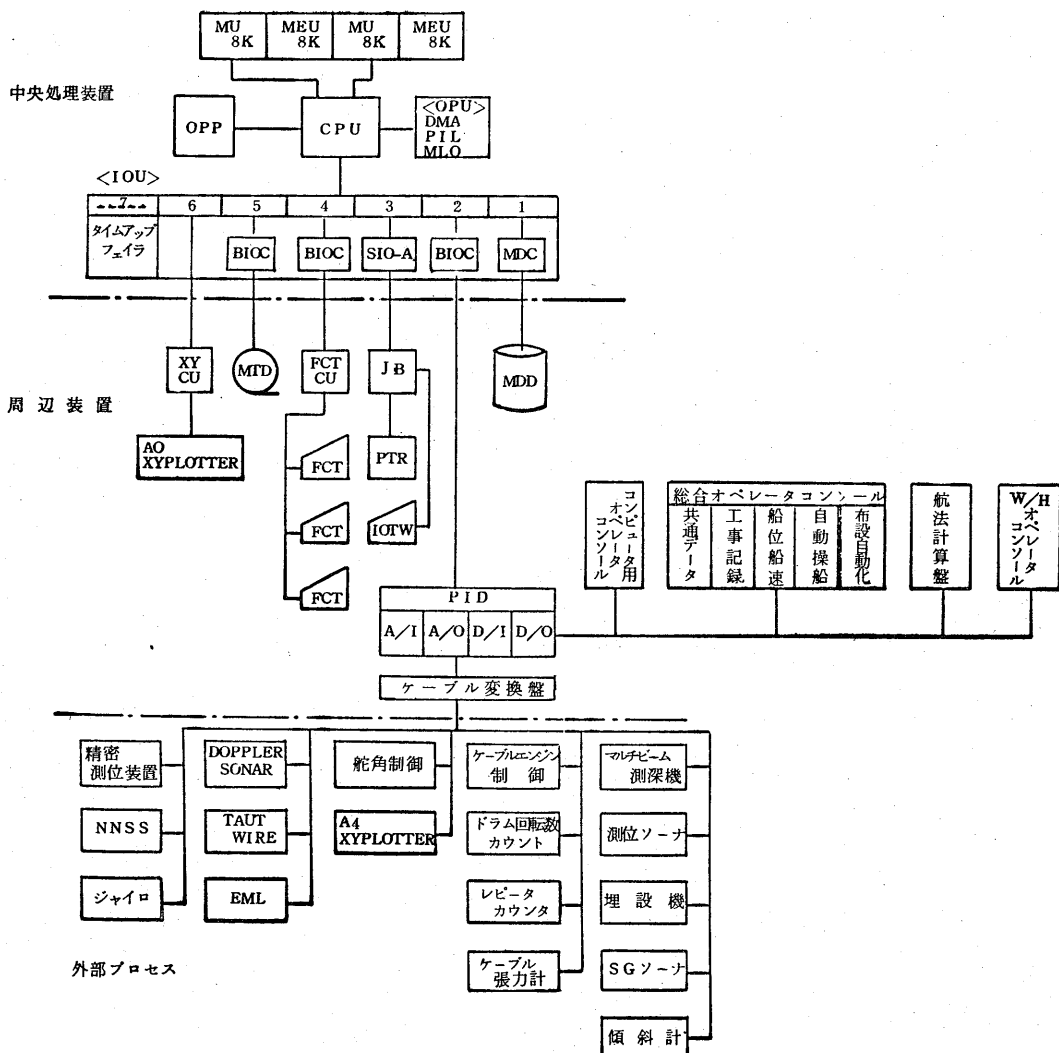
中央処理装置としては、日本電気(株)が舶用に開発したモジュール構造の NEAC-S10 型ミニコンピュータを用いている。

表 2 中央処理装置要目表

中央処理装置	語 長	16 データ・ビット +1パリティ・ビット
	コアメモリ	32K 語
	サイクルタイム	0.8 μ S
	オプション	DMA
	記憶保護	512 語単位
	外部優先割込	48 レベル

5.2 周辺装置

周辺装置は、磁気ディスク装置、プロセス入出力装置(アナログ入力部及びデジタル入出力部)、紙テープ入力装置、入出力タイプライタ、固定キャリッジタイプライタ3台、磁気テープ装置、ケーブル制御室用 XY プロッタ (A0 版) 及び操舵室用 XY プロッタ (A4 版)



CPU: Central Processing Unit

PIC: Process Interface Controller

MU: Memory Unit 中央処理部

MDC: Magnetic Disk Controller

MEU: Memory Expanded Unit 記憶部

磁気ディスク制御部

OPP: Operator Panel オペレータパネル

XYCU: XYP lotter Control Unit

OPU: Option Unit 付加部

MTD: Magnetic Tape Device

DMA: Direct Memory Access 磁気テープ装置

PIL: Priority Interrupt 優先割込

FCTCU: FCT Control Unit FCT 制御部

MLO: Memory Lock Out 記憶保護

FCT: Fixed Carriage Typewriter

IOU: Input Output Control Unit

JB: Junction Box 接続箱

BIOC: Buffered I/O Controller 汎用並列入出力制御部

PTR: Paper Tape Reader 紙テープ読取装置

BIOC: Buffered I/O Controller 汎用並列入出力制御部

PID: Process Interface Device

BIOC: Buffered I/O Controller 汎用並列入出力制御部

MDD: Magnetic Disk Device

BIOC: Buffered I/O Controller 汎用並列入出力制御部

MDD: Magnetic Disk Device

BIOC: Buffered I/O Controller 汎用並列入出力制御部

IOTW: I/O Typewriter 入出力タイプライタ

BIOC: Buffered I/O Controller 汎用並列入出力制御部

NNSS: Navy Navigation Satellite System

BIOC: Buffered I/O Controller 汎用並列入出力制御部

EML: Electric Magnetic Log

BIOC: Buffered I/O Controller 汎用並列入出力制御部

EML: Electric Magnetic Log

BIOC: Buffered I/O Controller 汎用並列入出力制御部

EML: Electric Magnetic Log

図 5 自動化システムハードウェア構成

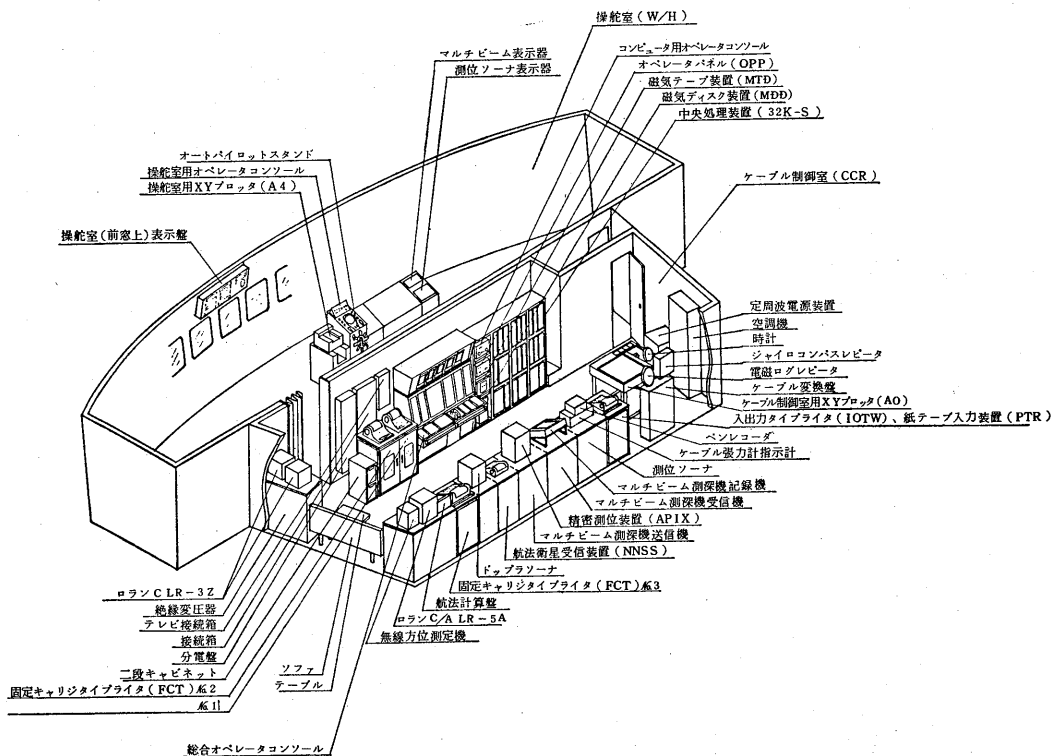


図 6 ケーブル船黒潮丸自動化システム機器配置図

から成っている。またプロセス入出力装置には、ケーブル制御室用及び操舵室用のオペレータコンソール及び各種外部プロセスが接続される。

5.3 外部プロセス

外部プロセスは図5に示すような各プロセスから成っている。

主な航法機器としては、陸上の2つの従局と船上の主局とから成り電波で陸上局を基準とした船位を測定する精密測位装置と、人工衛星を用いて船位を測定する航法衛星装置があり、船速計としては、水中で超音波を送受信し船首尾方向と左右舷方向の船速を測定するドップラソナーと、船尾から細いピアノ線を繰り出しその繰り出し速度及び繰り出し長から船速及び航程を測るトートワイヤ装置と、海水の流れによる電磁誘導を利用して船速を測定する電磁ログがある。

また測位ソナーは、SGソナー、埋設機などの曳航物体の船に相対的な位置或いは海底の基準点に対する船位を求めるのに用いる装置である。

6. システムの機能

6.1 共通データ設定システム

共通データ設定システムは、他のシステムが共通に使用するデータを設定、修正、編集、作表する機能を持

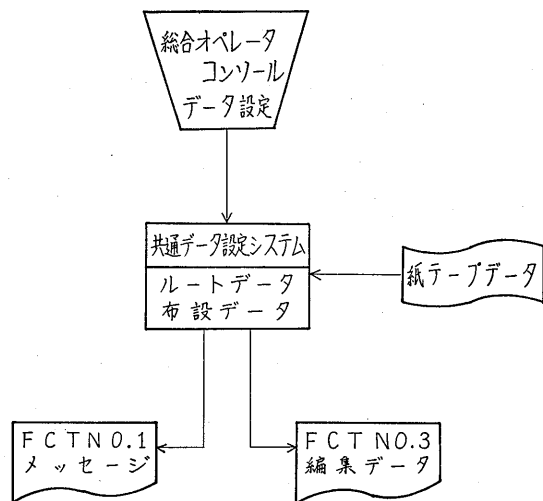


図 7 共通データ設定システム

つ。図7に機能ブロック図を示す。

設定する共通データにはルートデータと布設データがあり、ルートデータにはSSPデータとステーションデータが、また布設データにはレピータスパン、ケーブル外径、レピータ種類、スラック等がある。

図8に設計ルートの例を示す。このルートは4セクシ

表 3 周 辺 装 置 要 目 表

磁 気 デ ィ ス ク 装 置		記憶容量 アクセスタイム トラック数 記録方式	350 K 語 約 17 m sec 200 固定長 28 セクタ/トラック 64 語/セクタ
カ セ ッ ト 磁 気 テ ー プ 装 置		データ転送速 度記録密度 テープ長 データ転送速度 トラック数 リードライト速度	110 K 語/sec 50 語/インチ 300 フィート 250 語/sec 2 5 インチ/sec
紙 テ ー プ 入 力 装 置		読取速度 読取方式 テープ送り速度 紙テープ規格	300 字/sea 光電式 762 インチ/sec ISO 8 単位
入 出 力 タ イ プ ラ イ タ (IBM 731)		印字方式 印字文字数 インクリボン 最大印字数	ゴルフボール式 64 文字 黒, 赤 72 字/行
固 定 キ ャ リ ッ ジ タ イ プ ラ イ タ (IBM 735)		印字方式 印字文字数 インクリボン 最大印字数	ゴルフボール式 64 文字 黒, 赤 156 字
A 0 版 X Y プ ロ ッ タ		有効記録面 プロット速度 プロット長	1100 mm×800 mm (AO サイズ) 300 ステップ/sec (XY 共) 0.1 mm/ステップ
A 4 版 X Y プ ロ ッ タ		有効記録面 プロット速度 プロット長	11 インチ×8 ¹ / ₂ インチ (A4 サイズ) 300 ステップ/sec (XY 共) 0.01 インチ/ステップ
プ ロ セ ス 装 置	ア ナ ロ グ 入 力 部	点数 信号レベル AD 変換分解能	16 点 0~+10 V 標準 12 ビットフルスケール
	デ ィ ジ タ ル 入 力 部	点数 信号レベル	1280 点 DTL, TTL レベル
	デ ィ ジ タ ル 出 力 部	点数 信号レベル	1024 点 DTL, TTL レベル
オ ペ レ ー タ コ ン ソ ー ル	総 合 オ ペ レ ー タ コ ン ソ ー ル	ケーブルエンジンのリモートコントロール (含アナログバックアップ) 共通デ ータの設定 船位船速測定システム, 自動操船システム, 布設自動化システムの発停, デー タ設定, 表示 工事記録システムの発停 ITV モニターの操作	
	航 法 計 算 盤	航程方位計算, 着点計算 大圏航法計算, 天測計算	
	操 舵 室 用 オ ペ レ ー タ コ ン ソ ー ル	自動操船の発停	
	操 舵 室 前 窓 上 表 盤 示	船位船速データの表示	

表 4 外 部 プ ロ セ ス 要 目 表 (1)

外 部 プ ロ セ ス	構 成	主 性 能
精 密 測 位 装 置 (明星電気) 1 式	主局用空中線 1 台 (アンテナ装置付) 主局本体 1 台 従局用空中線 2 台 (遠隔アンテナ追従装置) 付従局本体 2 台 従局用電源 2 台	最大測定可能 50 km 距離 測定精度 ± 10 m 以内 外部出力 BCD コード 搬送周波数 3 GHz 帯 距離表示 デジタル表示 従局電源 発動電動機
航 法 衛 星 装 置 (北辰-マグナボックス NNSS) 1 式	受信空中線/プリアンプ 1 台 (水平面内無指向性) 受信機 1 台 専用計算機 (12K 語) 1 台 入出力タイプライタ 1 台	静的精度 50 m CEP 動的精度 200 m CEP 受信周波数 150 MHz 及び 400 MHz 外部出力 ASCII コード 動作深度 1.8~200 m は海底反射
ド ッ プ ラ ー ソ ー ナ (安立電気)	本体 1 台 送受波器 1 組 接続箱 A 1 台	他は海水反射 送信周波数 150 kHz 帯 送信電気出力 80 W (20 W $\times$ 4) 音速補正 サーマスタによる自動温度補正 速度表示 0~30.0 ノット数字表示 対地, 対水の判別表示 外部出力 併行 2 進
ト ー ト ワ イ ヤ 装 置 (三菱重工)	本体 2 台 台速度発電機 2 台 台パルス発信器 2 台	ワイヤ長 最大 140 漣 外部出力 パルス出力 1 パルス/10 cm 速度表示 0~8 ノット
マ ル チ ビ ーム 測 深 機 (日本電気)	記録器 1 台 制御器 1 台 送信機 1 式 送信機電源 1 式 受信機 1 台 ディジタイザ 1 台 デジタル表示器 1 式 傾斜計 1 台 傾斜出力制御器 1 台 送波器(船底ドーム内装備) 1 個 受波器(船底ドーム内装備) 3 個 配電盤 1 台	送信周波数 基準 14 kHz 送信電気出力 1.6 kW $\times$ 5 CH 記録方式 乾式放電破壊記録方式 記録表示 最大 8000 m 海底信号検出 レベル検出 処理方式 海底自動追尾 表示 デジタル表示 外部出力 BCD コード 3 CH 測深ポイント 3 ポイント 数 (直下, 右 1.5°, 左 1.5°)
測 位 ソ ー ナ	受波器(船底ドーム内装備) 4 個 制御器 1 台 距離計数器 1 台 アナログ演算器 1 台 方位指示器 1 台 方位表示器(CKT方式) 2 台 配電盤 1 台 前置増幅器 1 台 ピンガ(直距離 1500 m, 水深 500 m) 1 台	距離測定範囲 10~3000 m (同期式) 受波器配列 正方形 1.7 m 受信周波数 10~50 kHz の内 3 周波数切換 モード切換 測距モード, 測角モード 外部出力 BCD コード 直距離 1 CH 距離差 2 CH(測距モード) 距離差 2 CH(測角モード) ピンガ電気出力 100 W
レ ピ ー タ 通 過 検 出 器 (三菱電機)		外部出力 パルス出力 1 パルス/レピータ追加
ケーブルエンジンドラム回転 数カウンタ (三菱電機)		外部出力 パルス出力 1 パルス/10 cm
電 磁 ロ グ (北辰電機)		外部出力 アナログ 1 V/ノット パルス出力 400 パルス/1 漣
ジ ャ イ ロ コ ン パ ス (東京計器)		外部出力 グレー 2 進コード 11 ビット

表 4 外 部 プ ロ セ ス 要 目 表 (2)

外 部 プ ロ セ ス	構 成	主 性 能
ケ ー ブ ル 張 力 計		外部出力 アナログ 10 V フルスケール
曳 航 ワ イ ヤ 張 力 計		外部出力 アナログ 10 V フルスケール
舵 角 計 (東京計器)		外部出力 アナログ 14 V/35 度
オ ー ト パ イ ロ ッ ト (東京計器)		外部入力 アナログ 14 V/35 度
ケーブルエンジン制御器 (三菱電機)		外部入力 アナログ 10 V/7.29 ノット
調 3 号 埋 設 機 (住電)		外部出力 アナログ ±5 V フルスケール水平けん引 角 ±5 V フルスケール垂直けん引 角 ±5 V フルスケール鋤深度
SG ソ ー ナ (日本電気)		外部入力 パルス ステーション通過信号

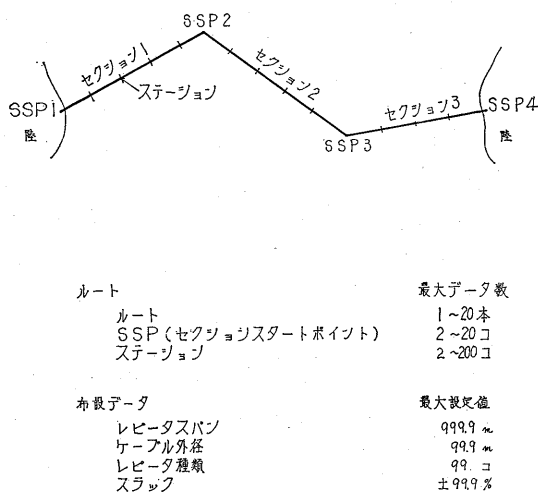


図 8 共通データ

ンから成り、SSP 2, SSP 3 で屈折している。各セクションにはステーションが存在し、この点は調査及び工事におけるステーションレポート作成のための情報収集点になっている。また各データは図 8 に示す範囲としてある。

6.2 船位船速測定システム

船位船速測定システムは、航海中の船位と船速を各種測定器から読み込むデータを基に 5 秒毎に算出し、他のシステムに必要な船位、船速データを供給するとともに、これをオペレータコンソールに表示するものである。図

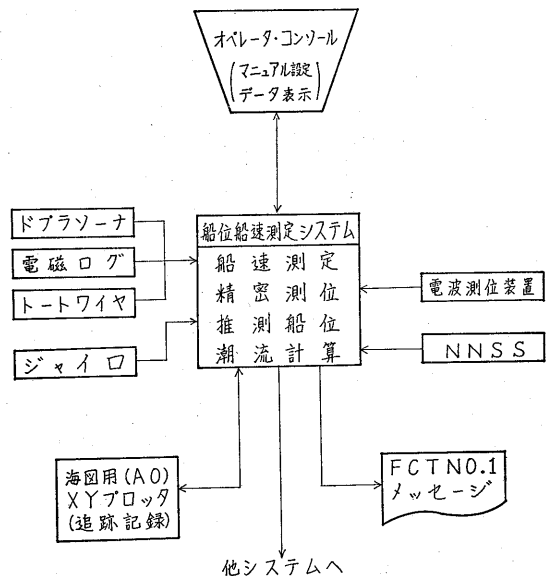


図 9 船位船速測定システム

9 に本システムの機能ブロック図を示す。

(1) 船速測定

本船はその作業の特殊性のため、船速計としてドップラソナー、電磁ログ、トートワイヤを有し、更に電波式精密測位装置からも船速が算出でき、オペレータコンソールに同時に 4 つの船速が表示され、オペレータは作業に適した船速を使用することが可能である。船速としては、対地船速、対水船速、対地補正船速がある。

(2) 船位測定

船位としては、陸地より約 50 km 以内の沿岸部海域においては電波式精密測位装置により精密船位が得られ、またそれ以外の大洋部海域では航法衛星装置と船速計とジャイロコンパスから推測船位が算出される。

(3) 潮流計算

推測船位は、潮流、風などの外乱、センサ類の精度により誤差が生じるが、約 90 分に 1 度の航法衛星飛来時には、受信したデータを基に推測船位の誤差が補正される。またこの船位の誤差を潮流と見做し潮流の値が計算され、この潮流は対水船速を用いて推測船位を求める場合に補正用に用いられる。

船位船速測定システムで得られた船位データは、緯度、経度の形式でオペレータコンソールに表示されると同時に、XY プロッタ上の海図に直接プロットされるので、ルートからのずれ、航跡などが判る。

6.3 自動操船システム

自動操船システムは、ケーブル船の一般航海時、ルート調査時及び高速布設時において、航海前に予め設定されたルートに沿って船を航行させるに必要な操船のための情報を航海士に与えるとともに、コンピュータによるオートパイロットの制御を可能とし、これを用いて自動航行させることを目的としている。図 10 に本システムの機能ブロック図を示す。

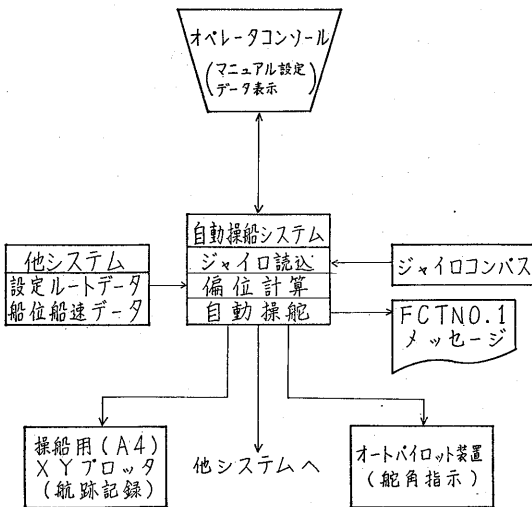


図 10 自動操船システム

本システムにはその運転モードとしてオープンループモードとクローズドループモードがあり、操船者は操舵室内のオペレータコンソール上の押釦スイッチの操作によりモードの切り換えを行なうことができる。

(1) オープンループモード

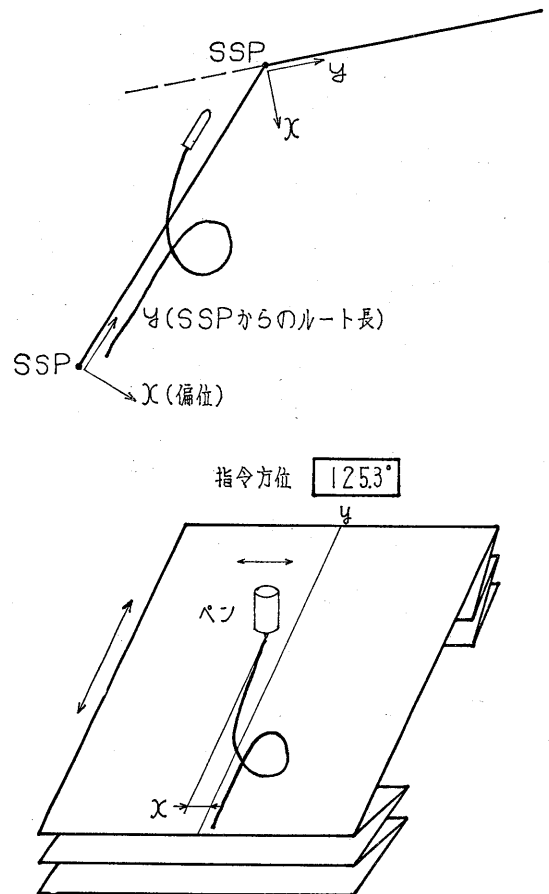
オープンループモードでは、船位船速測定システムで

得られた船位データと、予め共通データ設定システムにおいて設定されたルートデータを比較して、設定ルートからの偏位やオートパイロットへの設定値等の計算とその表示までは行なうが、オートパイロットへの制御指令は出力されないで、操船制御は操舵手を介して行なわれる。

(2) クローズドループモード

クローズドループモードでは、コンピュータによるオートパイロットの制御指令が出力され、オートパイロットへの設定値がコンピュータから直接出力されるようになり、操舵手の介入無しに自動操船される。

設定ルートからの偏位は、オペレータコンソールに表示されると同時に、図 11 に示すように操舵室内の XY プロッタに記録されるので、操舵手はこれらの表示を参考にして操船することができる。



記録紙

図 11 操船用 XY プロッタ機能

6.4 布設自動化システム

布設自動化システムは、予め調査したルートの状況より設計された布設データを基にして、ケーブルを布設、

埋設するのを目的としており、その機能は図 12 に示すようにケーブル繰り出し速度制御、布設監視に分けることができる。

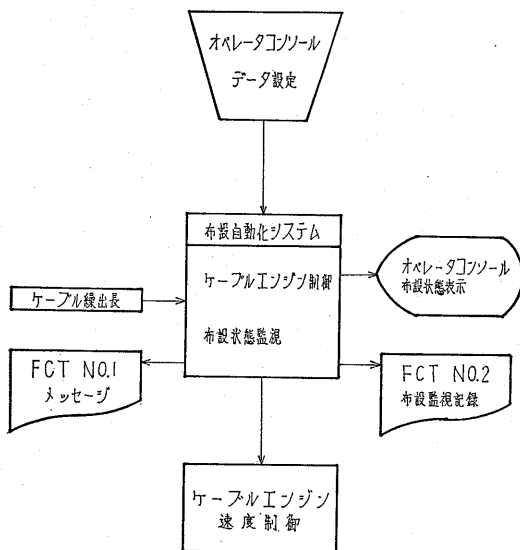


図 12 布設自動化システム

(1) ケーブル繰り出し速度制御

ルート調査により得られた情報を基に、ケーブルが海底に密着するように設計された布設データは、共通データ設定システムにおいて設定され、布設自動化システムではこの値と船位船速測定システムで得られた船速データを基に、設計通りの布設ケーブル長になるようケーブルエンジンのドラム回転数を制御する。

ケーブルエンジンの運転モードは、上記コンピュータ運転の他に、図 13 に示すようにコンピュータ運転ダウン時のバックアップとしてのアナログ制御で手動スラック設定によるスラック運転と手動速度設定による手動運転がある。

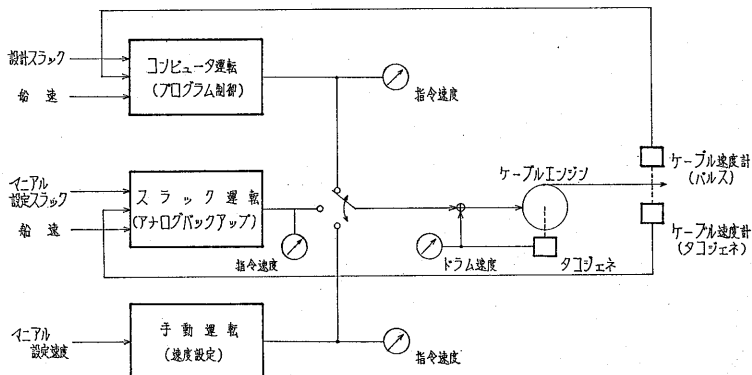


図 13 ケーブルエンジン制御ブロック図

(2) 布設監視

布設自動化システムでは、ケーブル布設状態をケーブル制御室のオペレータコンソールに表示するとともに、布設情報を各チェックポイントでタイプライタに出力するので、工事部員はケーブルの布設状態をケーブル制御室で監視でき適切な処置が行なえる。

6.5 工事記録システム

工事記録システムは、各工事段階における大量のデータを迅速正確に自動的に収集整理し、編集の上レポートの作表、作図を行なうものであり、処理速度の向上と省力化ならびに保守工事の資料作成を目的としている。図 14 に本システムの機能ブロック図を示す。

本システムは大別して調査モード、工事モード、作図作表モードに分けられる。

(1) 調査モード

布設の設計データを作成するために海底の状態を調査するモードで次の 3 種類がある。

測 深 調 査	測深機による測深調査
SG ソーナ	調査測深調査と SG ソーナによる海底調査

埋設機空曳調査 測深調査と埋設機空曳による海底調査

(2) 工事モード

布設、埋設時の情報を収集するモードで 2 次の種類がある。

布 設 工 事	海底ケーブルの布設状態及び水深等の記録
埋 設 工 事	海底ケーブルの埋設状態及び水深等の記録

(3) 作図作表モード

調査モード、工事モードにおいて収集したデータを基に次の表と図をタイプライタに出力する。

ステーションレポート
スラックレポート

中継器レポート

トウケーブル張力図, 鋤深度図

ケーブル張力図

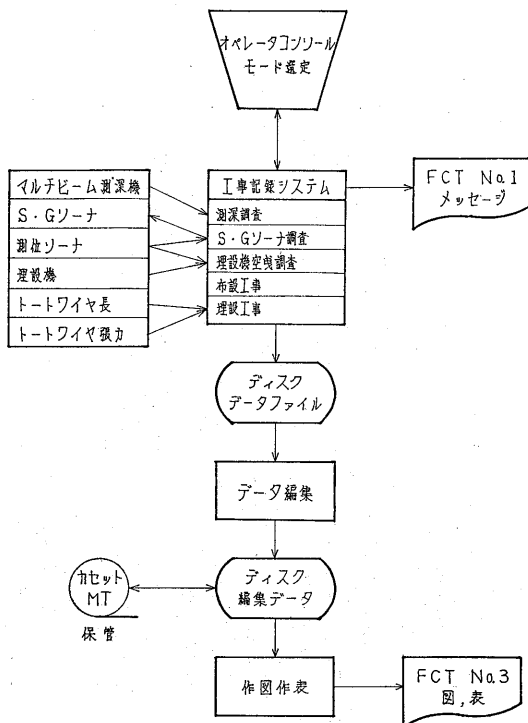


図 14 工事記録システム

水深図

これらの作図, 作表は調査または工事の完了後, 全ルートについてまとめて出力することができるが, 任意に要求することも可能となっている。

6.6 航法計算システム

航法計算システムは, 従来航海士の手で行なわれていた航法計算を, 専用の計算盤を用いることにより迅速に精度良く行なうことが目的であり, 他のシステムからは独立している。

航法計算の内容は次の4種類があり, 入力データをテンキーにて設定すれば, 出力データが数字表示管に表示される。

- (1) 着点計算
- (2) 航程方位計算
- (3) 大圏航法計算
- (4) 天測計算

7. あとがき

本自動化システムは, 海上試験において良好な試験成績を納めた後船主に引渡され, 船主の手でケーブル布設を含め各種の試験が行なわれているが, 現在までのところシステムは順調に稼働しており, 本システムの最大の目的であったケーブル布設工事の精度向上は達成されていると考える。しかし就航後まだ日も浅く, 今後とも本システムの実績の追求が必要であろう。

日本のオメガ局とオメガ監視システム

海上保安庁 豊 福 滋 善

The OMEGA Station and OMEGA Monitoring System in Japan

Maritime Safety Agency
Shigeyoshi TOYOFUKU

1. ま え が き

海上保安庁が長崎県対馬に建設中であったオメガ局は、昨年5月1日から正式に運用状態に入った。昭和45年10月の着工から数えて4年7か月である。しかし、昭和44年度には候補地の实地踏査やアンテナの設計、模型実験などが行われており、また、それ以前にはオメガシステムそのものの調査検討がなされているので、実際に日本のオメガ局設置計画が胎動を初めてから、実に7年余の歳月が流れている。

その間、海運、水産、航空の各界においてオメガの調査及び有用性の研究が進められ、また、オメガの電波を利用した電波伝搬及び空電の研究、あるいは標準時系への利用なども進められており、オメガシステム完成への期待はますます高まってきている。オメガ受信機も国内の各メーカーで製造されており、海上保安庁の調査では既に1500台余が実際に販売され、使用されている。

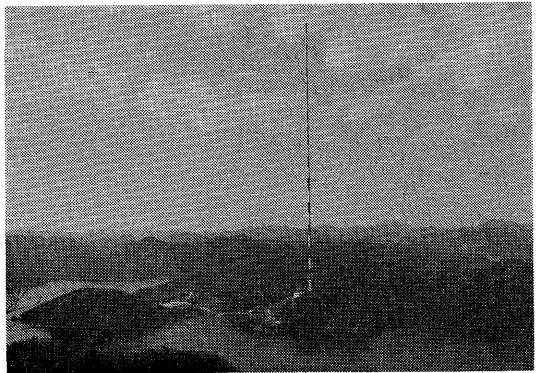
対馬オメガ局の開局により、5つのオメガ局が運用されることになったが、アルゼンチン局及びブラ・レユニオン局は現在試験電波発射中であり、両局とも51年1月には正式に運用を開始すると伝えられていることから、7つの海でオメガシステムが船舶、あるいは航空機の航行に大きく貢献する日も近いと言えよう。

2. オメガ局の敷地

対馬オメガ局の位置は、長崎県上県郡上対馬町大字大増字高崎、正確には日本の測地系で北緯34度36分42秒、東経129度27分21秒である。

第1図に示すとおり、対馬東岸の舟志湾に突き出た半島の先端に高さ455メートルの巨大な送信アンテナ鉄塔が立っており、この鉄塔の先端から16方向に、約1キロメートル先のアンカー点まで傘の骨状にアンテナが展張されている。この広大なアンテナ系の敷地面積の約半分は海面であり、アンテナ効率の向上に寄与している。

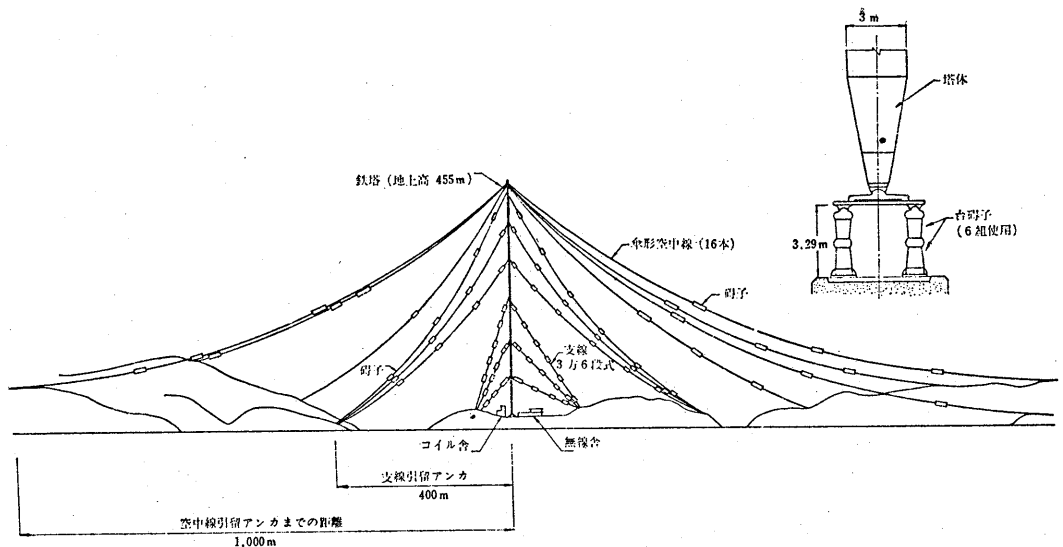
この敷地を決定するに至るまでに、海上保安庁では身



第1図 オメガ送信アンテナ

延山、上高地、大台ヶ原など7箇所をわたって現地踏査を行っている。まず、全国の5万分の1の陸図を点検して適地と見られる121箇所を抽出し、その中から附近の開発の状況、道路状況、電力事情等を勘案して候補地を絞り、实地検分を行ったものである。当初はバレースパン型アンテナを採用することで検討が進められており、この時点では調査もこの目的に沿った地形の敷地を求めることで進んでいた。しかし、候補地選定の過程において、敷地の入手難と工事費が予想外にかさむことが判明し、加えて、ハワイ及びトリニダード局のバレースパン型アンテナの効率が期待値以上に低いことが判明したことから、計画をタワーアンブレラ型アンテナに変更し、また、アンテナ下の樹木の損失が無視できないことが報告されたため、敷地に海面を含む地形、つまりリアス式海岸を調査の対象として現在地が決定されたものである。

敷地の地質は、頁岩又は風化頁岩で、地表部は頁岩礫を混えた粘性土が0.5~1メートルの厚さで覆っている。従って、鉄塔建設のための地耐力は充分であったが、アース線敷設工事には不向きであった。また、丘陵と海面を含む敷地は、鉄塔の建設、支線及び空中線の展張を難工事とする原因となった。しかし、一方、離島であることから懸念された資材輸送の面においては、局舎周辺が



第2図 対馬オメガ局の送信空中線姿図

湾内の平穏な海面であったため、簡単な荷揚げ岸壁と三脚クレーンを設置することにより容易となったこともあった。ただ、鉄塔建上げ工事においては、作業スペースが充分とれず、工事の進捗に合せて資材を搬入する必要がある、配船などの工程管理が重要な課題となった。

3. アンテナ系

アンテナは、第2図に示すように、高さ450メートルの鉄塔を基本として、頂部から傘型アンテナを展開することで計画された。鉄塔型式としては、地震及び台風対策から、従来デッキ局で採用してきた円管柱型式の基部絶縁型支線式鉄塔とした。建設場所の地形上から支線アンカーの位置に制約があり、レベルも不揃いであったため、構造物としては設計上なかなか難解であった。特に、上空風速についてはデータがなく、設計上のポイントの1つとなった。鉄塔の構造の概要は第1表に示すとおりである。頂部から展開する傘型アンテナは、支線としての機能を持たせないことを設計条件として当初より決定していたため、展張力は小さいものとしたが、長さ1,000メートル以上にも達するアンテナ線条の台風時などにおける振動解析も問題であった。これらを含めて、風洞実験で風圧に対する応力解析を行うことも検討されたが、既存の各施設は、縮尺比の点で利用できず、結局実施することができなかったため、アンテナ線系には、頂部取付点附近に振動防止用ダンパーを取付けることとした。

鉄塔の構造設計と併行して、アンテナとしての鉄塔の電気特性もチェックする必要がある。傘型アンテナの線条数は、計算上16ないし19本であり、実際には20分の1及び200分の1のスケールモデル実験により16

本と決定した。このスケールモデル実験によって、各種のアンテナ特性を確認し、ラジアルアース系についても一応の目安を得た。

傘型アンテナ引留碍子の地上高は、鉄塔頂部から0.7h (hは鉄塔の地上高)の位置とした。これによって、アンテナの放射部長は約600メートルとなった。スケールモデルの実測値から算出したアンテナ特性は第2表のとおりである。なお、各支線は6個の支線碍子で絶縁されるが、その挿入位置もスケールモデルの電界実測値から決定した。

本鉄塔を支えるのは、3方6段支線及び基部絶縁碍子であるが、前記のアンテナ系の性能を実現するために支線用鋼索、碍子類を新たに開発する必要がある。本鉄塔用として特に開発して製造された支線用ロックドコイルロープで、最大のものは、外径100ミリ、保証荷重1,000トンで世界最大の強度を有する。開発が難航したのは、基部絶縁碍子と支線用碍子で、失敗を重ねたあげくようやく完成した。基部絶縁碍子の特性は第3表のとおりである。

また、支線碍子に使用した磁器は、基部絶縁碍子と同一規格のものであるが、各段支線に必要な強度によって大きさを決定し、組立てた。組立てられた碍子は、最小の1段支線用で圧縮破壊荷重900トン、重量3.8トン、最大の3段支線用は、圧縮破壊荷重1920トン、重量5.2トンである。

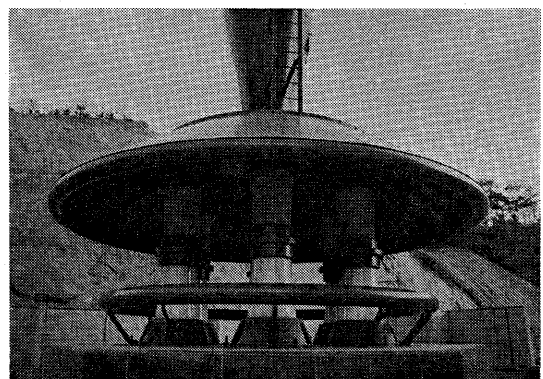
鉄塔総重量は鋼管部のみで1200トン、支線重量及び支線張力を含め、基部における長期荷重は2800トン、風速60メートルにおける短期最大荷重は3300トンに達する。この荷重に対する基部絶縁碍子は耐圧縮荷重1

第1表 対馬局送信空中線鉄塔の構成

項 目	記 事
鉄 塔 型 式	3方6段支線式円管鉄塔
鉄 塔 高 さ	地上高 455 m, 海拔高 473 m
鉄 塔 本 体	直径 3.0 m, エレメントの長さ 7.45 m
鉄 塔 の 重 量	鉄塔本体及び付属器の総重量 約 1200 t
鉄 塔 基 礎 へ の 荷 重	無風時圧縮荷重 2800 t, 最大設計風速時 3300 t
台 礎 子 (1組) の 形 状	平均直径 75 cm, 高さ 130 cm, 肉厚 9 cm の円錐台形状の磁器を糸巻状に2段積み重ねたもので, 金物部の最大直径は 90 cm, 高さ 3 m 13 m, 耐圧縮荷重 2000 t, 耐電圧 450 kV
台 礎 子 の 構 成	台礎子 6 組を正六角形に配置
支 線 碍 子	最大のものの寸法, 重量 直形 約 1 m, 長さ 約 3.5 m, 重量 約 5 t 使用個数 1支線6個, 総数 108 個
空 中 線 碍 子	寸法, 重量 直径 約 30 cm, 長さ 約 7 m, 重量 約 1 t 使用個数 1エレメントに1個, その他引留用区画碍子 2 個, 総数 48 個
支 線 の 種 類	最大直径 (V, VI 支線) 100 mm のロックドコイル
空 中 線 の 種 類	直径 35.2 mm のアルミ被覆鋼より線
航 空 障 害 灯	OM-7 型 (500 W) 4 個 1 群とし, 支線取付部の外部踊場 5 個所にそれぞれ取付ける
危 険 航 空 灯 台	鉄塔頂部に, E-3 型 (200 W×4, 回転式) を設けて, 鉄塔の所在を認識させる
昇 降 設 備	積載量 250 kg のゴンドラを 150 m ごとに 1 台ずつ設け, 3 台のゴンドラを乗りついで頂部まで行くことができる

第2表 送信アンテナの電気的特性

項 目	特 性	項 目	特 性
輻 射 電 力	10 kW	全 抵 抗	0.956 Ω
送信周波数	10.2 kHz	輻 射 抵 抗	0.0727 Ω
実 効 高	199.5 m	能 率	7.6%
静 電 容 量	0.0344 μ F	頂 部 電 圧	170 kV
共振周波数	41.5 kHz	基 部 電 圧	160 kV
周波数帯域幅	21.5 Hz	基 部 電 圧	376 A



第3図 鉄塔基部絶縁碍子

第3表 基部絶縁碍子の特性

項 目	特 性
特性引張り強度	280 kg/cm ²
耐 圧 縮 強 度	4 t/cm ²
耐 衝 撃 強 度	2.0 gk/cm ³
曲 げ 強 度	900 kg/cm ²
弾 性 係 数	6.5×10^5 kg/cm ²
誘 電 率	5.8
$\tan \delta$	200
乾 燥 閃 絡 電 圧	500 kV
注 水 閃 絡 電 圧	300 kV
静 電 容 量	48 pF

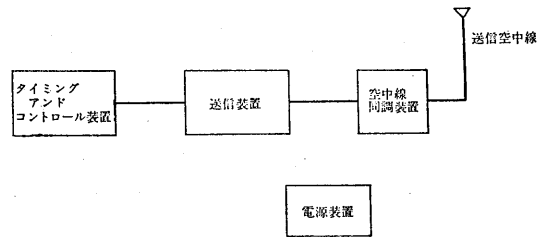
組当り 2000 トンのもの 6 組を使用しているため、十分な安全度を有している (第 3 図参照)。

4. 送信機器系

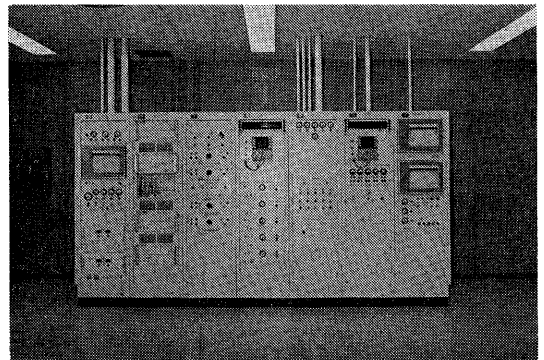
オメガ局の送信機器系は、第4図に示すようにタイミングアンドコントロール装置、送信装置及びアンテナ同

調装置からなっている。

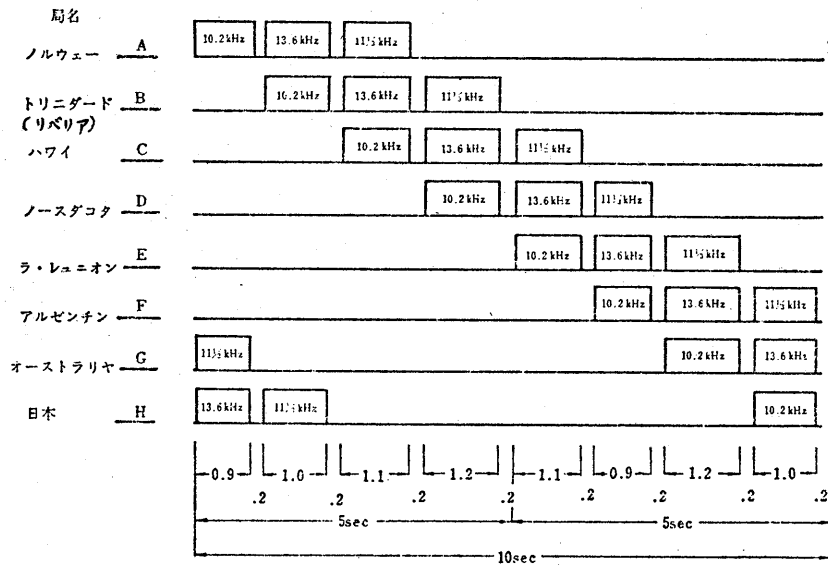
タイミングアンドコントロール装置（第5図参照）はオメガ局の心臓部であって、安定度約 10^{-12} /日のセシウ



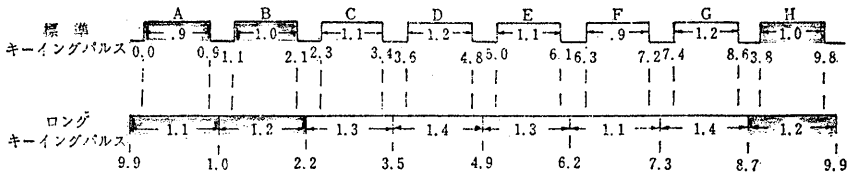
第4図 送信局装置系統図



第5図 タイミングアンドコントロール装置



第6図 (a) オメガシグナルフォーマット
リベリア局の建設が完了すればリベリア局がBとなる

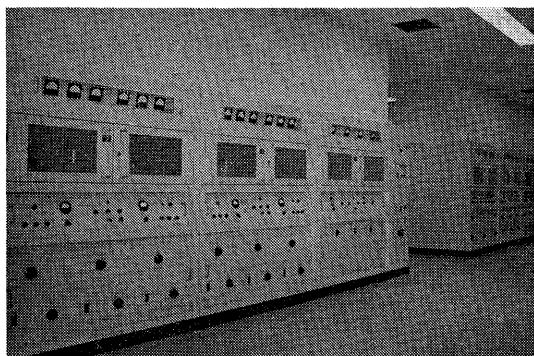


第6図 (b) 標準キーイングパルス及びロングキーイングパルス

ムビーム周波数標準器4台を有しており、このうちの1台が現用で、その出力は他の3台と常に比較され、相対的に出力位相のドリフトの状態が監視される。周波数標準器からの1MHz出力信号は、フェーズシフタ通ってオメガシグナルフォーマット発生器に加えられ、1MHzをもとに送信周波数及び時間信号を作っている。フェーズシフタは、これらの信号の位相を偏移するためのものであり、各局との同期をとるため、オメガセンターよりの指示により位相修正量を加えられる。

各局は定められたオメガシグナルフォーマットにより、10.2kHz、11 $\frac{1}{3}$ kHz、13.6kHzの電波を送信しているが、対馬局の電波は、8つのオメガシグナルフォーマットのうちの局名コードHのタイムシーケンスで送信している。すなわち、第6図(a)に示すフォーマットである。そして、このタイムシーケンスで送信するための標準キーイングパルス及びロングキーイングパルス(同図(b)参照)もタイミングアンドコントロール装置で作られ、このほか本装置は送信装置系の動作状態、発射電波の状態を監視する機能も備えている。

送信装置は、10kHz~14kHzの電力増幅器であって、その外観は第7図に示すとおりである。ここでは、タイ



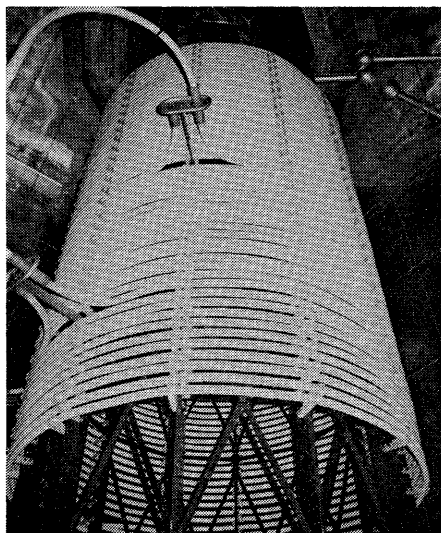
第7図 送信装置

ミングアンドコントロール装置からの各周波数の信号をA級3段増幅した後、AB2級の並列のプッシュプル増幅器で電力増幅し、出力トランスを経てアンテナ同調装置に供給する。送信装置は現用予備の2系列で、予備装置出力はダミーロードに接続されている。送信装置の定格は第4表のとおりである。現用送信装置の出力信号は高周波ケーブルにより、コイル倉内に設置されたアンテナ同調装置に送られる。

アンテナ同調装置では、送信装置からの信号をマッチングトランスを経て各周波数ごとのバリオメータに供給し、タイミングアンドコントロール装置からのロングキーイングパルスによって動作するアンテナリレー(真空スイッチ)によってON、OFFし、さらにその信号をヘリックスコイル(ローディングコイル)に供給する。ヘ

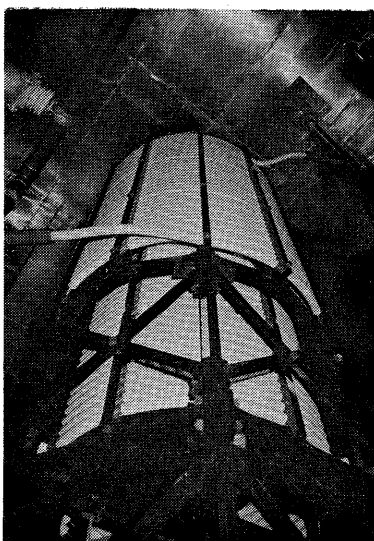
第4表 送信装置の定格

項 目	性 能
電 源	(入力) 480 V AC $\pm$ 10%, 3 ϕ , 50/60 Hz (出力) -800 V DC (低圧及びパイアス用) 11, 9, 7.5 kV DC (高圧用)
出 力	10~14 kHz, A0, 150 kW
信 号 利 得	76.52 dB
信 号 入 力	1 V (RMS)
入力インピーダンス	100 Ω
出力インピーダンス	75 Ω (又は 300 Ω)
出力雑音レベル	キャリアレベルより 80 dB 以下
ダミーロード	3.125 Ω , 2200 W, 96 個, 全容量 150 kW (75 Ω 又は 300 Ω)



第8図 ヘリックスコイル

リックスコイルは、素線数14,400、外径66ミリのリッツ線を58回巻いたもので、高さ11メートル、直径4メートルである。Qは約3000、インダクタンスは約6.4mHである(第8図参照)。バリオメータは天候、潮汐、樹木等によるアンテナ整合の変化を自動補正するもので、マッチングトランス2次側の電圧と電流の比較により動作する。この大きさは、高さ4.6メートル、外部固定コイル直径1.5メートル、内部移動コイル直径1.2メートルである(第9図参照)。実測結果から、海面の干満による高さの差45センチメートルに対するアンテナ容量の変化は45pFであり、この時のバリオメータ内部コイルの動きは約1センチメートルである。厳原測



第9図 パリオメータ

候所による観測データから対馬附近の干満差は2メートルであるので、アンテナ容量の変化は最大 200 pF と推定され、その時の内部コイルの動きは約7センチメートルとなる。

また、このような外部要因によってアンテナに生じた位相の変化をなくし、常に一定の位相の電波がアンテナから発射されるよう、アンテナ電流の一部はタイミングアンドコントロール装置にフィードバックされ、ここでオメガフォーマット発生器で作られた送信信号と比較を行い、これを誤差電圧の形で取出し、これによって各周波数の送信信号の位相を自動調整している。

5. オメガセンターの主要業務

オメガシステムの正常な運用をはかるためには、世界8局のオメガ局間の位相同期は互いに正しく維持されていなければならない。

我が国においては、このため独自にコンピュータを用いオンライン・リアルタイム処理で常時対馬送信局の発射電波の位相と他のオメガ局との位相関係を監視し、必要があれば、随時対馬送信局の発射電波の位相を制御することを主目的としたシステムを開発し、現在東京霞が関にあるオメガセンターにおいて運用中である。本システムの主要業務は次のとおりである。

- (a) 対馬送信局の発射電波と他の各オメガ局の発射電波との位相同期維持の状態についての監視を行うこと。
- (b) (a) により得られた位相データを解析し、対馬送信局の発射電波の位相が正常でない場合は制御量の決定を行い、対馬送信局へ指示を行うこと。

- (c) 本同期方式で必要なモニタ局の伝搬予測値の精度向上に関する解析を行うこと。
- (d) 各地域から集められたモニタデータにより、オメガ伝搬補正表の精度改善のための解析を行うこと。
- (e) 異常伝搬発生についての監視を行い、そのデータにもとづいて、予報及び警報等の対策を立てること。

これら以外に付帯業務として、対馬送信局の発射状況監視のための障害記録業務、送信装置系の故障解析業務及び送信局ととの間のメッセージ交換業務等がこのシステムに含まれている。

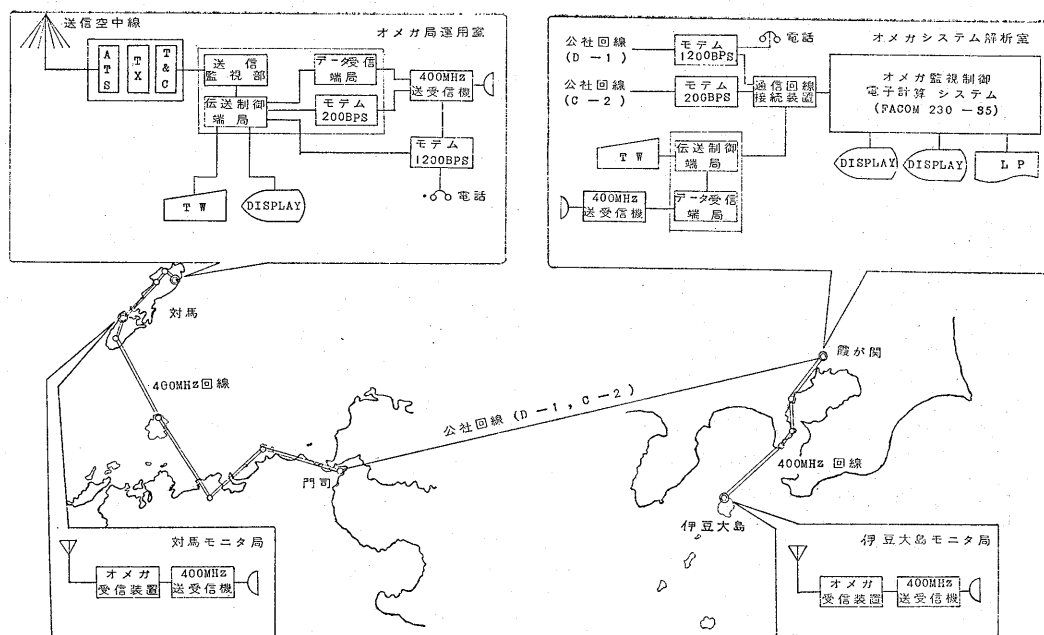
上記業務のうち、特に重要な業務は位相監視業務と位相制御量指示業務である。

位相監視業務は、対馬及び伊豆大島に設置したモニタ局により、対馬オメガ局を除く他のオメガ局の発射電波との位相差を常時監視するものである。しかし、各オメガ局からの電波の位相は伝搬系の影響により時間に応じて特定の日変化をするので、監視方法としては、モニタ局における受信位相差値と予め計算した正確な伝搬予測値（伝搬速度を 300,574 km/s 一定として計算したモニタ地点の LOP から伝搬補正值を引いた値）とをリアルタイムで比較監視する方法をとっている。

両モニタ局の受信位相差データ（3周波、7対局分）は、まず、モニタ局名、対馬オメガ局の電波発射状態、テレメータリンク、データリンク及び受信品質等のチェックを行い不良データを除去する。そして1分毎に伝搬予測値と比較を行い、3周波、7対局それぞれの偏差を求めて、モニタ局別の2台の文字ディスプレイに表示して対馬オメガ局の運用状態を常時監視する。また、異常伝搬監視のため、受信位相差データはアナログ変換して記録計に打点記録する。

次に、これらのデータを位相制御量解析のための資料及び監視状態の統計資料として使用するため、受信位相差値、伝搬予測値、これら両者の偏差、サンプル数等を算出し、ラインプリンタに印字出力する。受信位相差データは、さらにモニタ局ごとに 10.2 kHz, 13.6 kHz, 11 $\frac{1}{8}$ kHz 及び3周波一括に分類し、また、伝搬路の状態により DAY, NIGHT, DAY+NIGHT 及び 24 HOUR 等に分類して、各対局ごとにラインプリンタに打出している。

オメガセンターでは、これらのデータを基に、SID, PCD, AZD 等による異常伝搬データを除去し、各データの伝搬路の状態を考慮すると共に、各国のオメガ関係機関からの伝搬位相情報を入手し、これらを総合的に解析して、対馬オメガ局の発射電波の位相を各オメガ局の発射電波の位相の平均値に対して、より少ない偏差で同期



第 10 図

させるための最適の位相制御量を求める。そして対馬局に対して制御日時、制御量を専用の伝送系により指示している。

6. オメガ監視制御システムの構成

前項に述べた業務を行うため、モニタ局を対馬送信局から約 39 キロメートルのトーキングビーコン南局と約 900 キロメートルの伊豆大島灯台に設置し、また、各種データの処理、解析を行うコンピュータを持つオメガセンターを東京に設置した。オメガ送信局、モニタ局、オメガセンターはそれぞれデータ伝送回線で第 10 図のように結ばれている。

モニタ局には周波数 (10.2 kHz, 13.6 kHz, 11 $\frac{1}{3}$ kHz), 7 対局 (A—H, B—H—G—H) が同時受信できるオメガ受信装置が設置しており、テレメータ用の通信装置がある。第 5 表に受信装置の主要性能を示す。

受信装置では、対馬送信局と各オメガ局との受信位相差を 3 桁の 000～999 ミリレーンで表し、また、コヒーレント検波した出力を積分して受信レベル出力として、一定レベル以下のときは受信品質不良として表す。これらの信号は並列変換してテレメータ信号とし、6 秒周期で繰返し送出する。

テレメータ信号は、フレーム同期方式で、フレーム長さ 1200 ビット、同期コードは 48 ビットである。1 ブロックのデータは 48 ビットであり、これは 24 ビットのデータをビット反転して 2 連送し、受信側でエラーチ

第 5 表 モニタ局受信装置の主要性能

項 目	性 能
受 信 方 式	シングルスーパーヘテロダイン方式
受 信 周 波 数	10.2 kHz, 13.6 kHz, 11 $\frac{1}{3}$ kHz 同時受信
受 信 局 数	8 局
受 信 電 界 強 度	1 μ V/m 以上
ダイナミックレンジ	100 dB 以上
位 相 分 解 能	0.1 CEC (1/1000 レーン)
位 相 差 出 力	デジタル信号で 00.0～99.9 CEC
対 局 数	各周波数共対馬局に対する 7 対局

ェックができるようになっている。

対馬モニタ局よりのテレメータ信号は、400 MHz テレメータリンクを用い伝送速度 200 BPS でオメガ局に伝送される (第 10 図参照)。

対馬モニタ局より受信したテレメータ信号は、データ受信端局でエラーチェックされ、タイミングアンドコントロール装置に付加した送信状態センサにより検出された周波数ごとの送信電力、送信のタイミング及び送信位相のセンサ出力と共に 1 分毎に伝送制御端局に加えられる。そして、ここからデータ伝送信号として 1 分毎に伝

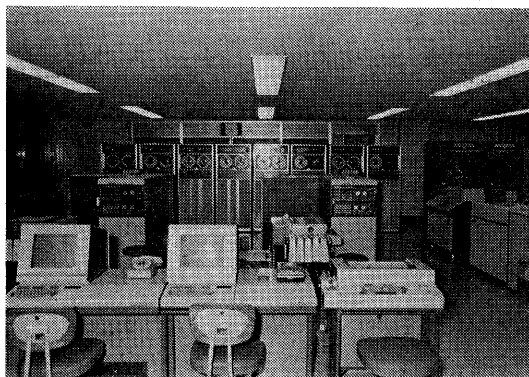
送速度でオメガセンターに送出する。伝送回線は送信局～門司間は 400 MHz 自営回線、門司～オメガセンター間は公社回線を使用している。

オメガ局の端局装置の周辺機器としては、タイプライタ及び文字ディスプレイが設置されており、位相監視、位相制御量指示、故障解析、障害記録、メッセージ交換等の業務の入出力装置として使用している。

また、オメガセンターとオメガ局間のデータ伝送回線として、前記 200 BPS のチャンネルの外に 1200 BPS 用のチャンネルがあり、送信装置系の故障発生時における故障解析業務用として使用するが、それ以外のときには切換えて打合せ電話用として使用する。

オメガセンターに送られた信号は MODEM、回線接続装置及び通信制御装置を通り電子計算システムに入る（第 10 図参照）。

伊豆大島モニタ局からの受信データのテレメータ信号は 400 MHz—7000 MHz—400 MHz テレメータリンクでオメガセンターへ送られてくる。この信号は、まず、データ受信端局でエラーチェックされた後、1 分ごとに伝送制御端局に加えられる。ここで、データは信号変換され、定められた信号フォーマットで回線接続装置に加えられる、通信制御装置を通り電子計算システムに入る。また、伝送制御端局装置では、各モニタ局で受信した 3 周



第 11 図 オメガセンターの電子計算システム

波数 7 対局のうち任意の 12 対局を指定し、それを D—A 変換してアナログ記録計に記録している。

電子計算システムは、FACOM 230-35（コアメモリ 96 KBYTE、サイクルタイム 0.25 μ S/BYTE）を用いており、オンライン、リアルタイムで位相監視及び制御を常時行うため、現用、待機の 2 系列 DUPLEX 方式をとり、待機系列では各種のバッチ業務の処理及び一般の科学技術計算を行っている。第 11 図に電子計算システムの外観を示す。

8 MHz による JJY の 発 射

郵政省電波研究所は、昨年 6 月 1 日 0 時 00 分 UTC（同日 9 時 00 分 JST）から、8 MHz による JJY の発射を開始した。これは特別業務であるが、その内容は従来からある JJY 標準電波（2.5, 5, 10, 15 MHz）と同一である。

これまで JJY は WWVH, BPV 等外国の標準電波による混信に悩まされ、とくに西日本では著しかったが、この 8 MHz, JJY の発射によりこれが解消され、報時信号、周波数の測定が容易になるものと期待される。

なお、この発射開始に伴い従来の実験局 JG 2 AE（8 MHz）は廃止された。



Observation

国際海事衛星システム設立のための第1回政府間会議

電子航法研究所 木村 小一

The 1st International Conference on the Establishment of an International Maritime Satellite System

Electronic Navigation Research Institute

Koichi KIMURA

1. はじめに

本誌の前号には海事衛星システムの動向と政府間海事協議機関(IMCO)の第5回海事衛星専門家パネルの報告が行なわれている。その後、1975年4~5月にはIMCOの招請による標記の国際海事衛星システムの設立に関する第1回の政府間会議が開催され、筆者は日本代表団の一員としてそれに参加する機会を得たのでその会議の概要を、その後の経過を含めて報告することにした。なお、この会議は1973年11月のIMCO総会の決議により開かれる運びとなったものである。

2. 会議の会期、場所および参加国など

会議は1975年4月23日から5月9日までの2週間半の会期で開催された。IMCO本部の会議場では手ぜまのため、ロンドン西部の丁度ヒースロー空港からのハイウェイが一般道路に下りる辺り、Hammersmithという地下鉄(Underground)の駅(第1図)近くのCunard International Hotel(第2図)の大広間が使われ、かなりの代表団は同ホテルに投宿した。参加は主要海運国を含む43か国(ほかにオブザーバ2国)で、代表団の人数が多かったいくつかの国をあげると、アメリカ(28人)、イギリス(27人)、イタリア(15人)、日本(14人)、ソ連(13人)、ノルウェー(13人)などで、各国代表の参加は291人であった。そのほか、IMCOの会議に常連として参加している国際連合や電気通信連合(ITU)などの国際機関や衛星関係の国際機関からの参加者は14機関、35人、事務局としてIMCO事務局長以下17名が登録されていた。わが国は駐英大使館の橋本 恕参事官を主席代表に、代表代理として佐瀬郵政省電気通信参事官、

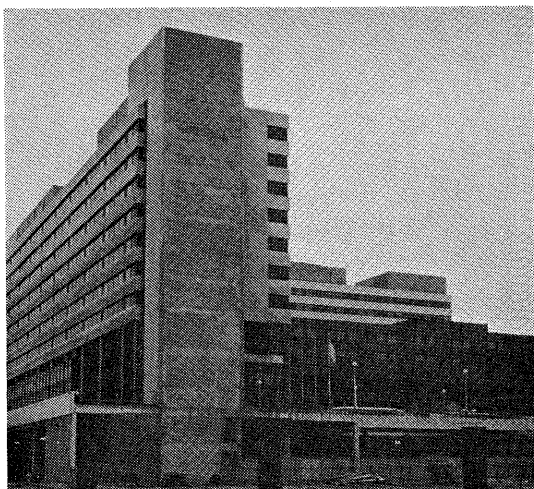


第1図 Hammersmith 駅前、正面は地下鉄の駅、ここはピカデリー線のピカデリーサーカスから西へ8つ目、ディストリクト線のウェストミンスターから9つ目の駅で、この辺では地下鉄も地上に出ている。その向い(写真では手前側)からバディントン駅からベーカー街の方へ北に行くもう1本の地下鉄(高架線)も出ている。街はブルーカラーの街といった感じで、駅前には「天星」など2軒のシナ飯屋もあり、良く利用した。

土屋運輸省次席船舶検査官および岩田大使館一等書記官の3人、代表随員(Adviser)として筆者を含めて10人がこれに加わった。

3. 会議の経過(その1)

4月23日11:00より開会式(第1回全体会議、以下総会と記す)が開催されIMCO事務総長 Mr. C. P. Srivastava が開会を宣言し、英国政府を代表し Mr. Gregor Mackenzie (UK Parliamentary Under-Secretary of State for Industry) および Mr. M. Mili (ITU 事務総長) の挨拶があった。



第2図 Cunard International Hotel 地下鉄 Hammersmith 駅から歩いて5~6分のところにある。増築の予定もあるようで隣は空地になっている。ビジネスホテルというよりは農協さんのような団体専門のホテルといった感じで、われわれはじめ代表団の多くはここに宿泊したが会議関係者以外背広にネクタイ姿はほとんど見られなかった。広い会議場も終わった翌日からは団体用の朝食堂に早変わり。

同日午後の総会ではまず議長を選出が行われ、オランダの提案、米ソの賛成により海事衛星専門家パネル（以下 POE と略す）の議長であった英国代表の Mr. R. M. Billington が議長に選出され議事に入りまず議題の採択では予め回章されていた仮議題がそのまま正式の議題としてつぎのように採択された。

1. 議題の採択
2. 議事規則の採択
3. 会議役員の選出
4. 信任状委員会の指名
5. 会議の作業構成
6. 海事衛星システムの設立に関する研究の提示 (POE の報告書)
7. 国際海事衛星システムの設立についての検討
8. 7項に関する会議の結論に関して
 - (a) 国際海事衛星システムの設立のための組織について検討すること
 - (b) 上記のための一つまたは複数の協定その他の勧告を採択すること
9. 会議の決定の具体化するための配慮
10. 会議の最終議定書の採択
11. 協定への署名（閉会）

ついで議事規則が一二の変更を含め採択され、副議長は IMCO の慣例により半数は開発途上国から出すということで米、ソ、印、リベリア、ペルーの代表が選出さ

れた。信任状委員会の任命、委員会 I, II を設置することなどをきめたのち一般演説に入った。

ここで会議役員を示すとつぎのとおりになる。

- 議長 Mr. R. M. Billington (連合王国)
 副議長 Mr. P. G. Damle (インド)
 " Mr. B. T. Collins (リベリア)
 " Lt. Commander R. A. Forsyth (ペルー)
 " Mr. A. Kolensnitchenku (ソ連)
 " Mr. R. J. Waldman (アメリカ)

委員会 I (Committee I)

- 座長 Mr J. S. Slanford (カナダ)
 副座長 Mr. B. Todorov (ブルガリア)

委員会 II (Committee II)

- 座長 Ambassador J. Jaenicke (西独)
 副座長 M. C. Vahtrick (オーストラリア)

運営委員会 (Steering Committee)

議長、副議長 編集委員会の座長、副座長で構成
 信任状委員会 (Credential Committee)

- 座長 Commander R. H. Bledel (アルゼンチン)
 デンマーク、インドネシア、リベリア、ポーランドで構成

一般演説は翌 25 日午前を含めソ連、日本、ITU (以下 25 日) アメリカ、ブルガリア、インド、フランス、イギリス、西独、カナダ、オーストラリアの順で行なわれた。

日本の橋本代表は、日本はシステムが (1)の三つの大洋に遅れなく導入され、すべての国に利用されるべきこと (2)通信企業体が財政上および運用上の責任を有する形で参加でき、協定を2本立とすべきこと (3)組織は経済的に自立できることを条件とすべきであり、INTELSAT のような既存の組織の利用の可能性も排除すべきでない、と述べた。

アメリカの Waldman 代表は、POE の報告書には一部保留せざるを得ない面がある。それはアメリカでは通信事業は私企業により行なわれているので企業体の財政への政府の保証はできず、政府間の協定と企業体の責任による運用上の協定とに分けた協定とすべきで、その案を提出する。また新組織の物品などの調達には価格、品質および納期の最良の組合わせの入札者からすべきである点を強調した。

これらに対し、その他の国々のほとんどの主張は、POE の報告書を良くまとめられたものであり、この報告書にそって今回の会議を進めるべきであるとし、対立点が最初から浮彫にされた形であった。

議題 6 については議長が POE の議長でもあったので、POE 議長としての立場で POE 報告書の各節を要領よく説明し、更にすでに回章されている各国のコメントに

関する各文章の簡単な説明を求めた。またアメリカは POE の報告書に対しては更に経済効果の研究、通信量の要求、打上げ技術、船上端局の価格と信頼性、遭難信号の中継および無線測位の早期実施について、一層の研究が必要であることを強調し文書を提出した。

これらに対し、若干の討論があり、議長は海事衛星システムの必要性については会議全員異議のないことを確認した。

4. 海事衛星専門家パネル報告書

ここで会議の経過を一寸中断し、POE の報告書の概要を簡単に紹介しておこう。

報告書はその冒頭になぜ海事衛星システムの設立を要するかという点を述べているが、それらを要約するとつぎの各項になる。

- (1) 中波と短波帯の現在の混雑の救済
- (2) 通信の信頼性、品質および速度の改善
- (3) 高信頼性の回線の提供による無線電話と印刷電信の自動化
- (4) 高速データ伝送などの現在不可能な新業務の提供
- (5) 無線測位の提供
- (6) 遭難、安全および安全通信の改善

報告書はこのあといくつかの統計表を添付している。その1つは HF 通信の伸びをまとめたもので、1968 年を1としたときのパーセントで示してある。電信はソ連を除き 1972 年までほとんど横ばい（ソ連は 1972 年に 43.5）であるのに対し、電話は各国とも大幅な伸びを示している。1972 年の伸びの値を二三の国について示すと、日本 58.6、フランス 29.3、英国 28.1、ソ連 25.6 などである。あとの表はロイド統計などからの船腹の隻数と総トン数で、1974 年の全世界の船腹は 100 GT 以上では 61,194 隻、311 百万 GT、10,000 GT、以上では 8,074 隻、226 百万 GT となっている。

第2節から第5節まではシステムの運用要件と技術的事項についての検討であって、技術的な事項は、寿命7年を想定した第1代目の衛星が利用される第1段階を中心に述べてある。

まず、運用要件については、

- (1) 覆域：全世界の海域の中で 70°N と 70°S の緯度の範囲は1日24時間、太平洋、大西洋およびインド洋上の静止衛星がカバーする。
- (2) システムに参加する船：システムの設立初期には少数のタンカー、コンテナ船、大型客船などの特殊な船から順次参加してくると考える。100 GT 以上の船の隻数は 1980 年には6万隻、2000 年には10万隻になり、その2/3の船が常時海上を航行すると想定する。システムにはこれらのうちから SOLAS 条約の適用船、遠洋漁

船、各種の調査船などが順次参加してくると見込んでいる。

(3) 一般通信：この中には船の運航管理や乗員乗客の通信などの電話と電信、それにデータ通信、ファクシミリ、印刷電信なども含まれるが、これらは完全自動接続で公衆通信と接続できることが要求される。例えば、日本から大西洋を航行中の船への通信もできるようにすべきであり、また、ある種の船団の一斉呼出しや放送モードの送信も考える必要がある。船上装置はできるだけ簡単、安価であることが要求される。

(4) 遭難および安全通信など：遭難通信は常に優先的に接続する手段が必要であり、また、EPIRB（非常位置表示ビーコン）の利用も考慮すべきとしている。医療救助を含む緊急および安全通報、気象・水路情報などの放送（印刷電信、ファクシミリを含む）、各船への助言および船舶からの気象データなどの収集の要求がある。

(5) 無線測位：海事衛星での無線測位は地上局の側で船位を測定し、要すれば、その位置を船に教えてやる形式である。遭難船の場合、船からの要求があったときおよび一定の時間間隔のいずれにに応じて位置の測定ができ、それを船位通報システムの自動化、冰山などの危険物回避および衝突警報を含む輻輳海域での航行管理に役立てるようにすべきである。測位精度は公海上で 1~2 海里、輻輳海域ではより高精度が要求されるが、船の種類、航行区域などに依じてきめるべきである。

(6) 時報など：標準周波数および時報信号、ニュース、娯楽放送についての要求が出る可能性がある。

(7) 船上設備の仕様統一と形式承認が必要

(8) 航空衛星との共用も検討されたが、航空衛星では当面公衆通信を航空機にかけの要求がないので見送ることとし、将来は遭難通信の共用などを考えることになっている。

(9) 第1段階（7年）は公衆通信を中心とした一般通信を主として設計することを考えるが、無線測位などは追加できることをさまたげるべきでなく、また、遭難通信に専用周波数は必要としないかも知れないとしている。

第1段階のシステムについてはさらに詳しい技術事項がつぎのとおり検討されている。ただし、この場合、専用衛星システムのほかに固定局間通信と共用の多目的衛星システム（と IMCO では呼んでいる）が考えられ、一部で両者のパラメータが異なっている。専用システムを中心に述べると、

- ① できるだけ早期に全世界的にするが、第1の衛星打上げ後若干の評価期間が必要。
- ② 第1段階（7年）の間、常に3~6個の衛星が軌道上にあるようにする。
- ③ 衛星が地球の影に入る「食」に対するため、経度で

20° 離れた予備衛星を置く考えもあり、この場合は無線測位に利用できよう。

④ 使用周波数は船舶間 L バンド、地上局間は 4/6 GHz または 11/14 GHz 帯とする。

⑤ 衛星はソーデルタ級のロケットで打上げるものを仮定する。アンテナは当面地球全域を指向するものを考える。食のときは 1 回線のみを確保する。衛星の回線容量は電話チャンネル換算で第 1 表と算定される。衛星上の中継器は一応広帯域伝送のものが考えられるが、なお、他の方式も研究の要がある。船のアンテナを衛星に向けてのためのビーコン電波の発射も必要だろう。

第 1 表 衛星の回線容量

船上端局 の G/T (dB-K)	衛星に 及ぼす 影響	容量(電話チャンネルに換算して)		
		ソーデルタ 2914 スピ ン安定衛星	ソーデルタ 2914 3 軸 安定衛星	ソーデルタ 3914 3 軸 安定衛星
-10	×1	14	20	40
-7	×2	28	40	80
-4	×4	56	80	160*

* この数字は周波数幅の関係からこれだけとれないかも知れない。

⑥ 回線のパラメータは、音声通信の場合、 $C/N_0=52\text{dB-Hz}$ 、データ伝送のビット誤り率は 10^{-5} が目標で、50 ボーのテレタイプ回線では $C/N_0=30\text{dB-Hz}$ 、ファクシミリは今後の検討に待つことになっている。

⑦ 遭難通信は優先割当てで、普通の通信チャンネルを使うが、船から陸への方は専用のチャンネルを設け無指向性のアンテナによる低速の遭難通信を行なえる可能性がある。406 MHz 帯の EPIRB の使用は将来の検討課題である。無線測位は地上関係の改造のみで衛星に変更なく可能となろう。

⑧ 船上端局は電信電話のすべてを行ないうる局として $G/T=-10\sim-4\text{dB-K}$ 、 $\text{EIRP}=31\sim34\text{dBW}$ が適当と考えられている。より小さい G/T で電信のみを扱う局を加えることには賛否両論があり、実際の設計段階で決定されるべきとしている。($G/T=-10\text{dB-K}$ は径約 0.7 m、 -4dB-K は同じく約 1.3 m のアンテナに相当)

⑨ 地上局は 4/6 GHz 帯の場合 $G/T=20\sim20\text{dB-K}$ 、または 11/14 GHz 帯の場合、 $G/T=30\sim35\text{dB-K}$ でいずれもアンテナ径は約 10 m である。追跡局と管制局も必要である。

⑩ アクセス制御、つまり、信号をどのあきチャンネルに接続するか、の制御方法については、将来は全自動化を考えて設計すべきである。この制御を 1 つの地上局で集中的にするよりも(国際性を考えると)多くの局に分散する方がよさそうである。接続事務の連絡用に地上局相

互の通信チャンネルも必要である。

⑪ 地上の電話などとの接続、料金徴集方法などについても検討しておく必要がある。

⑫ 多目的システムでは太平洋およびインド洋への導入に若干遅れが考えられること、パラメータとして電話の $C/N_0=50\text{dB-Hz}$ を基準として船上局の $G/T=-10\sim+2\text{dB-K}$ となっているのが主な相違点である。

第 6 節の経済評価はつぎの 3 つの面について行なうことが考えられた。

(1) 設立したシステムが経済的に成立つかどうか、また経済的に成立つシステムはどのようなものか。

(2) システムを導入することによって海運界にどのような利益がもたらされ、それが海運界としての投資効果と見合うかどうか。

しかし、後者についてはその必要性は認められながら、情報不足のため研究されず、評価は前者についてのみしか行なわれなかった。

評価を行なったシステムは、

① 海事用に専用のシステム(専用システム)

② インテルサット V 号系衛星に海事通信用中継器を搭載して行なう(多目的)システム

③ 当初は②の多目的システムを利用し、一定期間後に専用衛星に切り換える(ハイブリッド)システムの 3 システムである。評価期間は衛星の寿命を 7 年と仮定して、その 2 世代、14 年間について行なわれた。

評価の基礎となる重要な仮定は、衛星システムで行なわれる通信量の予測であるが、これは、衛星システムに加入する、つまり、衛星システム用の船上装置を装備する船の隻数の伸びに 1 隻当りの 1 日の通信量を掛算するという形がとられた。詳細は省略するが、おおむね今後進水する 10,000 GT 以上の船の 50% がこのシステム用の装置を装備するとし、初年度 200 隻、14 年目に 7,000 隻の船が参加すること、また通信量は当初は各船当り、1 日当り電話 6 分、電信 5 分とし、14 年目にはそれぞれ 12.5 分、11.5 分に増加すると見込み、通信量がシステムの経済評価に及ぼす効果を見るため、それが $\pm 25\%$ の変化をした場合の値についても計算を行なっている。また、大西洋は太平洋およびインド洋に比し、2 倍の通信量があることを前提にしている。

専用システムの評価では、衛星の開発および打上げなどの費用(1973 年の値と値上げを見越した 1979 年の値)を仮定し、衛星は

① 各大洋に運用衛星各 1 個と大西洋の軌道に予備衛星 1 個、地上の予備 1 個(4/5 システム)

② 各大洋に運用および予備衛星各 1 個と地上予備 1 個(6/7 システム)

とし、打上げ失敗などの打上直後の故障率 0.25 (高低 2

種を考える), 衛星寿命7年のうち1個は5年目に故障するとする。

これらの仮定に立った計算の結果,

- ① 3~4年の初期投資期間に宇宙部分(衛星およびその追跡・制御関係の地上施設)に220~300百万ドル(1979年の価格で、約660~900億円)を要し、他に地上局関係に50~60百万ドルを要する。
- ② 電話および電信とも1分当り4ドルとすると4/5システムで最も条件がよいとき(通信費+25% その他、投資の利子負担率を10%とし)13年目で収支が釣合う。
- ③ 料金を電話・電信とも1分当り6ドルとすると利子などの条件が若干悪くても10年目で収支が釣合う。
- ④ 7年目で収支を釣合わせるためには10~15ドルの料金が必要。
- ⑤ 衛星の開発費の40%を勘定に入れないと、1年ほど釣合点が早まる。
- ⑥ 初期に多くの通信量が得られることが、システムの早期釣合には特に重要である。
- ⑦ 太平洋およびインド洋への導入時期を遅らす計算も行われたが、これは、通信量の伸びを遅らす逆効果もあるので、はっきりした結論は得られなかった。

また、船上端局のG/Tを-10dB-Kから-7、-4と船上設備に経費をかけることにより、衛星の通信容量を増加させる効果も算出された。その結果としての全システム価格と船上装置が高価になることによる装備隻数の減少を見込んだシステムの全価格とも船上設備に負担をかけるシステムの方が経費的に有利であると算出されている。

多目的システムはインテルサットにおけるイサテルサットV号系衛星を使う研究を若干改訂した形でほとんどそのまま使用しているので衛星の打上げ費用などを全く含ませていない点で専用システムと比較すれば当然有利になりうる。つぎのいくつかの技術パラメータについての比較検討を行なっている。

- (1) 固定地点間の通信業務に新しい多元接続技術であるTDMAを使うと、衛星に余裕ができるので、海事業務を追加するための経費が安くなる。
- (2) 若干悪いが通話品質の50dB-Hzを使い、大西洋上に20チャンネル、船舶端局のG/T=-7dB-Kのときが価格として適切である。
- (3) より通信量を増したり、通信品質を52dB-Hzに上げるには船舶局のG/Tを-5~-2dB-Kに上げれば可能である。
- (4) 専用システムとの比較では、多目的システムの方が10年以上の業務経費で1/3~2/3で済むとしている。

ハイブリッドシステムは、船舶端局のG/T=-7dB-K、通信品質、50dB-Hz、回線数20-10-10という共通

パラメータで検討され、(1)全海域で通信量を高くとしたときは5年目に専用システムに切換え(2)低い通信量では6年目に切換えて、衛星は4/5システムで、打上げ失敗などは低く見積ることにしてある。比較検討の結果は7年および14年で収支が釣合うに必要な料金で示して専用システムより数%ないし20%程度有利になる見込みがある。

以上を要約するとつぎのとおりになる。

- ① 専用システムが経済的に成り立つには、料金が適当で、通信量になるべく高くなる必要があるが、14年目には損益がバランスしそうである。
- ② 大洋ごとに業務の導入の差をつける可否の判断はむずかしい(このような考えは大西洋優先になるので日本にとっては好ましくない)。
- ③ 船上端局のG/Tを-10dB-Kより大きくすると、装備隻数の減少をまねくおそれはあるが、システム全体の経費は安くなる。
- ④ 多目的システムの導入は利点はあるが、その仮定はかなりあいまいなところがある。
- ⑤ ハイブリッドシステムにはそれなりの利点があるが、なお情報不足である。

第7節の衛星打上げそれを運用する組織に対する検討では、まず新組織を作るという前提での組織の形が論じられ、その後一部の国の代表の強い要求で、既存組織の利用についても検討される形がとられた。

既存の利用可能組織としてはIMCO自体がなんらかの形で海事衛星システムに関与することと、インテルサットの利用が検討された。IMCOは海上の安全ということをも司る政府間機関であり、その中に海事衛星利用者の機関を作ることはIMCOの本来の目的とは合わず、またIMCO条約の改正をも伴うので組織の早期成立がむずかしくなるという点が指摘されたが、ただ、新組織の設立が合意されてからその成立までの中間期間にIMCOが管理的な役割を果たす可能性が認識された。

インテルサットを利用することが適当かどうかについて検討された。この場合、インテルサット自らが海事衛星システムの管理運用機関になることと、海事衛星の組織の下請け的な契約者としての役割をすることの両者が検討されたが、前者についてはインテルサットにソ連をはじめいくつかの海運国が入っていないことおよびインテルサットの海事衛星での票決方法では、その組織構成のうえから必ずしも多くの海運国の意志が忠実に反映しにくいであろうことから賛成が得られなかった。請負者としてインテルサットを利用することは、別に政策決定の機関があったうえで行なうため、その豊富な経験と技術力を利用できるので先分に考え得ることになった。

新組織を作る場合にも、国際的に各国が国同士で協定を結んで作る国際組織による方法と、いくつかの国の企業官庁または民間企業体などが連合して行なう方法（国際コンソーシアムを作る）とが考えられたが、後者は早く発足できる利点はあるが、やはり海事通信はなんらかの形で国が政策面の管理をすべきであるという見地から賛成が得られなかった。

このようにして、なんらかの海事衛星の国際機関（INMARSAT）が必要ということになり、その組織設立のための条約案が提案され審議されたが、その案自体すっきりと1本化されたものではなく、条項によっては2案あるいは3案以上の代案が併記された形でまとめられており、その選択は来るべき国際会議にゆだねられているので、簡単にその内容をつぎのように示すに止める。

① 国際海事衛星機関（INMARSAT）の目的は海上通信の改善に必要な宇宙部分を最終的には必要とする全海域に提供し、海上の安全と運航効率の改善を図ることにある。

② 機関は宇宙部分を所有するか賃借する。

③ 機関の構成員は国とするが、代理者として電気通信事業体を指定できる。

④ システムはすべての国籍の船舶が利用できるが、地上局は加盟国に限定される。

⑤ 一国一票の裁決権をもつ総会、出資率に比例した裁決権をもつ理事会および事務総長を長とする事務局の3つの組織を作る。

⑥ 投資の分担率は各国の宇宙部分の利用度の予測により定め2年後に実績で修正する。

⑦ 利用料金は理事会で定めるが、機関の運営、維持管理の費用資本金の償還、補償金に当てられる、など43条ほかに特権および免除に関する議定書案23条からなっている。

そして、これらの条文の原則論をめぐって政府間会議の議論が白熱化した次第である、そこで再び会議の模様に戻ってその議論を紹介しよう。

5. 会議の経過（その2）

24日午後および25日午前、午後の3回の総会では議長は引続き新組織の協定案に対する修正意見をつぎの各事項について求める形で議事を進めた。

(1) 協定を政府間協定と運用協定の2本立とするか1本の協定とするか。

(2) 組織の技術的、経済財政的、運用的な面に関する政府の責任および政府と企業体との関係

(3) 組織への投資割合の決定方法

(4) 調達の政策

(5) 組織の総会と理事会との権限関係

これらの一般討論のあと、ノールウェイよりICSが提起した内海および港内の船舶が衛星通信を行ないうるようにする問題を討議する提案を行ない、討議の結果、この問題は日本を含む15か国にICFTUとITUを加えた作業部会（座長ノールウェイ）にゆだねることにした。そして議長はこれで一般討議を終えて委員会I—その議題は日本を含む11か国での作業部会で検討されており、政府と企業体との関係について検討し適当な提案をすることになっていた—投資割合と調達を問題とする委員会IIとを発足させることになった。



第3図 会議場の日本代表团席、席はABC順でこの辺りは丁度まんなかである。

委員会IとIIは4月28日より5月1日の午前中まで、一部作業部会を含めて連日開催し、与えられた議題についての討議とまとめを行なった。

委員会Iの討議では民間の企業体は運用上の責任を持ち、政府は経済上、運用上および技術問題での責任をとれないとするアメリカおよび日本の主張と、政府間協定に企業体に対する政府の責任の明記を主張するソ連、仏、英などの国々の意見が対立し、合意が得られなかった。なお、アメリカは政府のとりうる責任などに関する自国の見解を示す文書を提出した。

委員会IIは投資割合の問題では各メンバー国の宇宙部分の使用の割合で出資する点は始めから意見が一致しているものの、その使用数の勘定を船発および陸発すべきとする多くの国と陸発、陸着で勘定すべきとするアメリカおよびベリアなどとの意見が対立した。これは便宜置籍船発の通信の扱い方で置籍国に過大な投資を要求することになるからで、これに対し、第4図の案III、IVという妥協案が提案され、IV案を受入れる用意のある国は24か国に及んだが、完全な合意が得られず、各案併記を総会に報告することにした。わが国は何れの案でも出資割合に大差がないのでまとめ役にまわり第4図のような整理方法の提案も行なった。

調達政策では、価格、品質、納期の最良の組合わせに

	構成員国の 地上局		非構成員国の 地上局	
構成員国の 船	← A	↑ B	↑ C	← D
非構成員国の 船	← E	↑ F	斜線 G	斜線 H
	構成員国の地上局発着 に算入される通信量		非構成員国の船発着に算 入される通信量	
案Ⅰ	A + E		B + C	
案Ⅱ	A + B + E + F		—	
案Ⅲ	$A + E + \frac{F}{2}$		$B + C + \frac{D}{2}$	
案Ⅳ	$\frac{A + E + B + F}{2}$		$\frac{A + B + C + D}{2}$	

第4図 各国の投資割合算定の基礎となる通信量の数え方

対し世界的競争の保持をどの程度考慮するかが争点であり、競合する組合わせのあるときのみ考慮すべしとするアメリカも支持したブラジル提案と、より世界的競争を重視すべきとするアルゼンチン、西独案など細かいニュアンスの異なった4つほどの案を今後の討議の基礎とすることを報告するに止まった。

5月1日午後の総会でこれら両委員会の報告を審議したのち、両委員会での審議を続けることとし、委員会Ⅰは新組織の総会と理事会との関係について、また、委員会Ⅱは初期投資の割合についてをそれぞれ議題とすることになった。

総会と理事会との関係については総会に政策大綱の決定権を持たせるか、または、政策大綱を理事会に勧告もる程度に止めておくかが争点であり、これについての合意は結局得られなかった。

委員会Ⅱの初期投資割合の決定方法については少数の専門家グループで検討し、陸発の通信はPOEの第3回の文書による通信統計から、現在の短波と中波の通信の国別の百分率の係数をU、船発の通信はロイド統計による10,000GT以上の船の隻数の国別の百分率の係数をSとして、前の投資割合の案Ⅰ、Ⅱ、Ⅳに対し、船発が陸発の2倍の通信量があるという仮定から

$$\text{案Ⅰ} = A + E + B + C = (1/3)U + (2/3)S$$

$$\text{案Ⅱ} = A + B + E + F = U$$

$$\text{案Ⅳ} = \frac{A + E + B + F}{2} + \frac{A + B + C + D}{2} = \frac{U + S}{2}$$

となるという数式を導き報告した。

これら委員会の報告は5月6日午前中にまとめられ、同日午前の総会に報告され同日午後および7日の総会では、さきに取上げられた港内での通信の問題と今後の作業計画を検討し、次回会議までの中間作業計画を審議させるための作業部会も発足させた。港内通信の件については南米諸国、インドネシアなどの開発途上国の強い反対があったにもかかわらず、後述するような勧告を採択

した。8日の総会では両委員会の審議内容について総会としての審議を行なったが、ほとんど進展は見られなかった。9日の総会では今後の政府間会議の作業計画と今回の会議の議定書を採択して夕刻閉会した。

なお、アメリカは今後の作業計画の審議の際に作業部会および総会を通して繰返して、(1)将来の通信量、(2)新打上げ技術、(3)安全業務がシステムに与える影響、(4)無線測位の影響、(5)船上局の信頼性、についての研究を行なうことを再三要求したが、採択の結果賛成少数となり入れられなかった。

6. 会議の結論

以上の経過で述べたように、今回の会議ではその目的である新組織 INMARSAT の条約草案の採択はもちろん、その対立点の一つをも解決することはできなかった。結論的なものを議定書から拾うと、海事通信の改善のために世界的な海事衛星システムが必要であり、そのシステムの管理と運用のための政府間国際組織もまた必要であることが合意されたとしており、更につぎの原則も合意されている。

- その組織内で権利を受け、義務を果たすためにメンバ国により指定された企業体はメンバ国の政府により指定されるべきこと。
- そのように指定された企業体は指定したメンバ国の法律に従わなければならないこと。
- そのように指定された企業体は指定メンバ国の弁償能力を十分に持ち、その責任に対する任務を行なうのに必要な能力をもつものである。
- そのように指定された企業体の権利、義務および機能は明確に規定されるべきであること。
- 指定された企業体が義務を怠ったり解散したときは指定をしたメンバ国は指定企業体の立場を保証するか、新企業体を指定するかあるいは脱退すべきであること。

会議は港内またはその主権の及ぶその他の水域で1535~1542.5 および 1636.5~1644 MHz 帯での船上地球局の使用についての勧告を採択した。その内容は「すべての国に港内その他その主権の及ぶその他の水域で上述の周波数帯での船上地球局の運用を許可することの検討することを勧告し、ITUにも同じ検討事項についてその加盟国に勧告することを求める」という趣旨である。

会議はまた第2回の政府間会議の開催と、その中間の作業計画に関する2つの決議を採択した。その内容はつぎのとおりである。

決議 No. 1「第2回の政府間会議を1926年2月9~27日ロンドンで開催しその準備を行なうことを IMOC に要請する」決議 No. 2「会議の全参加国で構成する中

間作業部会を作り、第2回政府間会議の準備をすること、その第1回を1975年8月4～8日にIMCO事務局で開催し、事務総長はその招請状を出すこと。作業部会は2回以上の会合を開き、その作業を1975年11月30日までに終り、第2回会議のためにその勧告を各国政府に回章すること。第1回会合はつぎの基本問題を検討し適当な協定案のテキストを作る。

- (a) 政府と指定企業体との関係
- (b) 総会と理事会との権限の分け方
- (c) 適当とする国際協定の形式と数
- (d) 調達政策

作業部会のその次の会合ではつぎの検討をする。

- (a) 第1回会合のテキストを国際協定案の完全な形にまとめる。
- (b) 初期投資割合
- (c) 投資権限額

現在の通信量の調査を更に進め、通信量予測船上端局数の伸びも考慮すべきである。作業部会はPOE報告書と第1回政府間会議の文書などをもとに作業を進めるべきである」

7. その後の動向

会議の終る2日前の7日の8時から徹夜で翌朝5時まで主要国(日・英・米・ソ・仏・ノールウェー・西独・東独)の非公式会合が持たれ、英国がまとめ役となって妥協案のつめが行なわれた。その趣旨は、アメリカの国内の事情を認め2つの協定を作ることにする一方で、調達政策では欧州側の主張に近づけるというものであったが、妥結直前に、ソ連の反対でまとまらなかったという経緯があった。

第1回の中間作業部会(ISWG)は1975年8月4～8日、IMCO本部で開催された。この会合に先立って上述の一括妥協案(package deal)が米ソおよび関係諸国の間で固まっており、それらの国は、その妥協の線から逸脱をしないという申し合わせになっていたようで、議事は比較的平穩に進行したようである。

まず、政府と指定事業体との関係では、政府は十分の資格のある事業体を指定し運用協定を結ばせることができること、両者の関係はそれぞれの国内法で規定され、政府はその事業体が責任を遂行するため国内法にもとづく指示を与えること。政府に運用協定上の責任は負わず、指定事業体が脱退するようなときには、政府自らがこれに代るか、別の資格ある事業体を指定するか、あるいは条約から脱退しなければならないことになった。

総会と理事会との関係についてはメキシコ、トルコ、エジプト、ナイジェリアの4国が総会の権限強化の提案

を出し、主要海運国との意見の相違はついにまとまらず、決定をつぎに持越した。協定の形式と数については、その数を政府間協定と運用協定の2本立てとすることが簡単に合意され、1本の協定案を両者に振分けるための検討が行なわれた。調達政策では一括妥協案の一部となったイギリス案、前記ブラジル提案の前文に調達は世界的競争の保持を考慮して行なうという原則を付記したもの、を骨子としてまとめられた。

第1回のISWGの結果、つぎの第2回との間に法律問題に関する専門家の会合の必要性が認められ、ノールウェーの招待により9月22～26日オスロで法律家専門家会合が持たれ、(1)権利義務の規定の必要性 (2)国と国際機関との関係 (3)責任および責任免除 (4)紛争の解決 (5)最終条項(組織からの脱退、協定改正手続など特権) (6)と免除について詳しいつめが行なわれ、いくつかの問題が解決に含った。

第2回ISWGはイギリスの招待により10月27～31日ロンドンで開催された。この会合ではオスロの法律専門家会議の問題点処理と第1回ISWGで残した総会と理事会との権限配分問題が全体会議で処理され、後者の問題はメキシコなどの提案とオランダの妥協案との2案併記で政府間会議へ問題を残すことになった。

第2回ISWGの主要テーマは投資率と資本限度額とで、後者は200百万米ドル(約600億円)、220百万米ドル(約660億円)および250百万米ドル(約750億円)の3案併記となった。初期投資率は第3回パネルの文書にある通信統計を使って第3図の案Ⅱと案Ⅳをイギリスと日本が試算した資料をもとに審議が進められ、かなりの幅はあるがある程度目安となる一案がまとめられ大略の目安が立つことになった。初期投資の多い方からいくつかの国をあげるとアメリカ(14～16%)、イギリス(10～12%)、ソ連(8～10%)、ノールウェー(6～8%)、ギリシャと日本(4～6%)、カナダ、フランス、イタリアとオランダ(2～4%)などである。長期投資率(衛星利用の実績により初期投資率を修正するもの)については案Ⅱと案Ⅳが対立して決定を見るまでに至らなかったが、案Ⅳを中心に便宜置籍国についての何等かの特別扱いが考えられる公算も出ているようである。その他、発明・技術情報および責任問題も専門の委員会で論議されたが結論は得られなかった。このISWGでは問題として持越されたものも多いので、12月1～5日オランダで第3回のISWGが開かれることになった。この会合では残されたいくつかの問題についての検討が行なわれたが、その多くは2案併記の形で昭和51年2月の第2回政府間会議にその決定をゆだねる形で、一応の政府間および運用の両協定案が成文化された。

報 告

Report

オメガシンポジウム (1975, June, 12~13) について

東京商船大学 庄 司 和 民

Report on OMEGA Symposium (JAPAN 1975)

Tokyo University of Mercantile Marine

Kazutami SHOJI

1. ま え が き

昭和50年6月12日と13日の2日間にわたって、運輸省10階大会議室でオメガシンポジウムが開催された。これは日本航海学会の主催、海上保安庁の後援で行なわれたものであるが、当電波航法研究会も協賛の形で参加した。

電波航法研究会では、かねがねオメガ航法に関して総合的な研究会を行いたい希望があった。折よく日本航海学会と海上保安庁の共催で開かれるオメガシンポジウムに、全面的に賛意を表して協賛することになったものである。

6月10日は対馬で、日本のオメガ局の開局式が行なわれ、米国の関係者も来日し、オメガシンポジウムは国際的な集会となったことは誠に喜ばしいことであった。特に電波航法研究会の担当した展示会では、我が国のオメガ受信機メーカーが全社(11社)挙って協力し、オメガシンポジウムに段と精彩を与えたことは御同慶の至りであり、外国からの参加者が等しく注目したところであった。

展示会に展示された製品については、前号(第19号)に製品紹介として説明されたが、オメガシンポジウムの内容について少し述べることにする。

詳しくは日本航海学会の会誌「航海」第47号に特集として掲載してあるから、詳細については同誌を参照されたいが、ここでは概略を紹介するつもりである。

2. オメガシンポジウムのプログラム

オメガシンポジウムのプログラムはつぎのようであったが、非常に盛会であって、参加者は延べ500名をはるかに越え、この種の催しとしては成功であったことは、

三者協同の賜物と信じます。

オメガシンポジウム・プログラム

(The Program of the OMEGA Symposium)

場 所 運輸省・建設省合同庁舎 10 階大会議室

昭和50年6月12日(木) (12 June 1975)

9.40- 9.42 開会の辞

9.42- 9.46 挨拶 日本航海学会会長 谷 初蔵

9.46- 9.50 挨拶 海上保安庁長官 寺井久美

9.50-10.30 対馬オメガ局およびオメガセンター
について

海上保安庁灯台部電波標識課 豊福滋善

10.30-10.45 オメガ海図およびオメガ表について

海上保安庁水路部海図課 湯畑啓司

10.45-11.15 The Current Status of the OMEGA
Navigation System

Neal Herbert (CDR, USCG)

Thomas P. Nolan (")

11.15-11.55 OMEGA Propagation

Eric R. Swanson (Naval Electronics Lab.)

—— 昼 食 ——

13.30-14.10 OMEGA Signals and Universal Time

Jean D. Lavanceau (Naval Observatory)

14.10-14.50 On Establishment of OMEGA Station
in Argentina

A. Casellas (Hydrographic Service)

昭和50年6月13日(金) (13 June 1975)

9.50-10.30 オメガシステムの現状と展望

田口一夫(鹿児島大学)

- 10.30-11.00 オメガ電波の伝搬
石井隆広雄・羽倉幸雄（電波研究所）
11.00-11.30 映画 オメガ航法システム(USCG提供)
11.30-12.00 映画 対馬オメガ局の建設記録
(海上保安庁提供)

—— 昼 食 ——

- 13.30-13.50 コンボジット波オメガの精度評価と
二、三の考察 吉村裕光(安立電気KK)
13.50-14.10 日本におけるオメガ信号の日変化と
地域的偏位について
大沢謙一(沖電気工業KK)
伊藤 実(沖海洋エレクトロニクスKK)
14.10-14.30 自動化オメガについて
古谷俊雄(KK光電製作所)
14.30-14.50 自動化オメガにおける電波伝播誤差
補正について 塚田一雄(富士通KK)
14.50-15.10 ペーリング海におけるロランとオメガ
との比較実験について
長尾修爾(古野電気KK)
15.10-15.30 オメガ受信信号の衛星中継実験につ
いて 木村小一ほか(電子航法研究所)
15.30-16.30 パネル討論「オメガ航法の問題点と
その将来」 司会 庄司和民
司会協力者 木村小一
パネラ・富岡源一郎(日本無線) 鈴木
茂(大洋漁業) 飯島幸人(東京商船大
学)

—— 展 示 会 ——

日本におけるオメガ受信装置の展示(2日間)

場 所 運輸省 10 階会議室前ロビー

出 品 安立電気・沖電気・協立電波・光電製作所
・太洋無線・東京計器・日本無線・富士通
(株)・古野電気・山武ハネウエル

3. 講演の概要

(1) 対馬オメガ局およびオメガセンターについて

豊 福 滋 善

海上保安庁が、昭和45年10月から、4年7月の施工の後完成した長崎県対馬のオメガ局について、その建設地点の選定より、建設経過ならびにアンテナ系、送信機系等について説明し、その運用を司るオメガセンターに関して述べられた。

対馬オメガ局の位置は、 $34^{\circ}36'42''$ N, $129^{\circ}27'21''$ E, (日本測地系)であって、高さ455mの鉄塔を中心とした傘型アンテナを用い、出力A0で150kWにて送信している。

送信機は、安定度が 10^{-13} /日のセシウム発信器を基として、オメガシステムのH局となっており、10.2kHzを1.0秒間送信、0.2秒間休止、13.6kHzを0.9秒間送信、0.2秒間休止、11.333kHzを1.0秒間送信、6.7秒間休止というタイムシーケンスを繰返している。

オメガ局から約32km離れた地点と、伊豆大島にモニタ局を置いて、夫々のデータを東京の海上保安庁にあるオメガセンターに、リアルタイムで伝送され、オメガセンターではこれを処理してコントロールしている。

(2) オメガ海図およびオメガ表について

湯 畑 啓 司

日本の水路部では、未だオメガ海図もオメガ表も発行していないので、米国で発行されているものについて説明があった。

オメガ海図には、オメガプロットング海図と航海用図があり、オメガプロットング海図は7500番代の番号が付され、現在51図刊行されている。全世界をカバーするため計103図の刊行が予定されている。

航海用図は、通常の航海用図にオメガラティスを加刷したもので、北大西洋、北米沿岸の海図15図程度に現在は加刷している。

オメガ表は、オメガラティステーブルと、オメガ伝搬正表との2冊を1組とし、世界を26組に分けて刊行していて、書誌番号は224がついている。

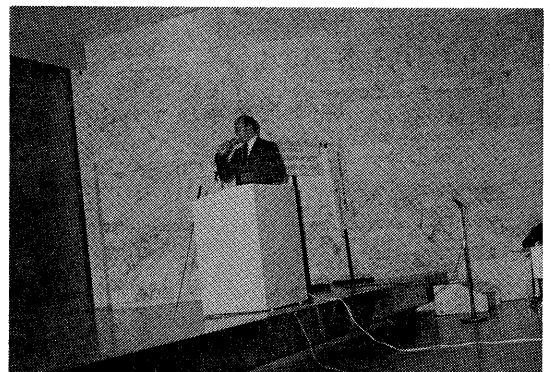
(3) The Current Status of the OMEGA Navigation System

Thomas P. Nolan

1966年以来、試験局として、フォレストポート、プラットランド、トリニダード、およびハワイの4局で運用したが、永久局として1972年にノースダコダついでハワイ局が10kWで送信し、ノルウェー局も10kWとなってきた。

A 局 ノルウェー 1973年12月以降 出力は7.5~10kW

$66^{\circ}25'15''$ N, $13^{\circ}09'10''$ E



ノ ラ ン 氏

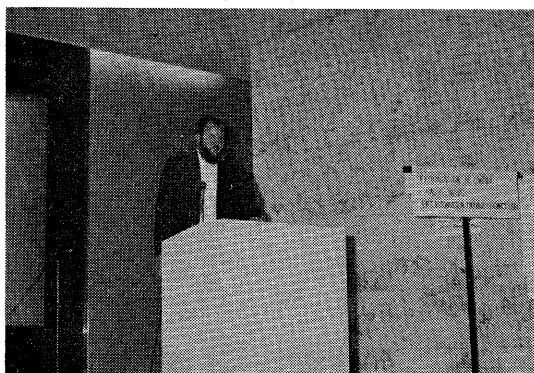
- B 局 トリニダッド 近くリベリアに移る
1976 年の 3 月～4 月頃よりリベリア局から送信
予定
- C 局 ハワイ 1975 年より完全永久局となった。
21°24'17" N, 157°49'53" W
- D 局 ノースダコダ 1972 年 10 日より最初の永久局
として送信中
46°21'52" N, 98°20'06" W
- E 局 レヌオオン 現在建設中で 1976 年 1 月～2 月
に送信開始の予定
20°58'27" S, 55°17'24" E
- F 局 アルゼンチン 1975 年 9 月から試験電波を出
し, 11 月から開局予定
43°03'12" S, 65°11'29" W
- G 局 オーストラリア 米国とオーストラリアとの政
府間で交渉中
- H 局 日本対馬 1975 年 6 月から開局
34°36'53" N, 129°27'13" E

(4) OMEGA Propagation

E.R. Swanson

オメガは電波伝搬が制約となるシステムで, その理解
には VLF 伝搬の基礎的な問題を知っておく必要がある。

伝搬は球形の導波管の考え方をを用いるのがよく, 理論
と実験観測の結果を説明し, 再現性から位相予測につい
て述べている。



スワンソン氏

(5) OMEGA Signals and Universal Time

J.D. Lavanceau

オメガ航法における位置決定の精度は最終的には, 各
送信局の信号発射の同期精度に依存することとなる。現
在は内部同期方式であって, オメガ各局の送信機の時計
が示す時刻を調整平均して一つの時刻系をつくり, これ
に各局の時計を合せるという方法をとっている。実際の
には, オメガ運用局に各局から受信データを送り, オメ
ガ運用局でこれを解析処理して, 各局に修正量を指示し

ている。

この方法では限界があり, 8 各局が運用された後の同
期精度として $\pm 2 \sim 3 \mu\text{S}$ より良いとは期待できない。

これに対し, UTC (Universal Time Coordinated) を
利用する外部同期方式をとったならば, 10 分の数 μS の
精度で利用できるから, オメガシステムの精度の向上が
期待できるとし, その評価試験の結果や, 実施の可能性
等を説明した。

(6) On Establishment of OMEGA Station in Argentina

A. Casellas

アルゼンチンのオメガ局は, 43°03' S, 65°08' W に位
置し, 2km 平方の平坦地の中心に 365m の高さの鉄塔
を建てた傘型アンテナがある。23km 離れた地点と, プ
エノスアイレスにモニタ局を置き, 将来は最南端のウス
ワイヤにもモニタ局を置く計画である。10 月頃から正
式運用に入る予定である。

(7) オメガシステムの現状と展望

田口一夫

オメガシステムの技術的問題を説明したもので, 伝搬
の問題, 受信機の問題, 航法上の問題等について論じ,
今後の大切なことは, 擾乱時の警報システムの確立にあ
ることを強調している。

(8) オメガ電波の伝搬

石井隆広 雄ほか

電波研究所大吠電波観測所ではオメガ電波の伝搬特性
を研究する目的で, 1972 年 1 月から, ハワイとノルウェ
ー, 9 月からノースダコダの, そして 1975 年 3 月からは
対馬局の測定をして来たが, その結果主としてオメガ電
波に影響を与える種々の位相擾乱について述べている。

(9) コンポジットオメガの精度評価と二, 三の考察

吉村裕光

ピアス氏が提唱したコンポジットオメガ (オメガ電波
の 2 周波に夫々適当な重みをつけて合成したコンポジ
ット信号を仮想して比較する方法) について, 東京で観測
したデータからその精度評価を行った結果を報告したも
ので, 対局や受信点の地理的条件によってその効果には
かなりの差があるが, 概略確率 50% の円の半径は 2～
3 程程度以下であるようだ述べている。

(10) 日本におけるオメガ信号の日変化と地域的変位 について

伊藤実ほか

東京と函館および長崎の三地点で同時測定を一年間行
った結果から, ディフェレンシャルオメガの効果につい
て考察したもので, 東京基点で函館のディフェレンシ
アル測位計算を行うと, 1 例として 46° 方向に 6.1 海里的
変位量が得られ, これは PPC 補正を行って求めた位置

(10° 方向に 9.8 海里)と比較すれば、より近く、パラ
ツキも約 1/2 となったことを述べている。

(11) 自動化オメガについて

古 谷 俊 雄

自動的に船位計算を行う、コンピュータ組込型のオメ
ガ受信機を設計し、その評価試験を行った結果について
述べたもので、最も問題となる伝搬補正はピアモデル
によって補正計算を行い、それが、実際の観測値と定差
をもつ傾向にあることから、既知地点で定修正値を算出
してこれを利用する方法によっている。NNSS と組合せ
た結果実船試験を行い、1.0 海里以内で正しかったと述
べている。

(12) 自動化オメガにおける電波伝播誤差補正につ いて

藤 原 雅 一ほか

スワンソンモデルを型本的に採用した簡略化予測式に
よって、ミニコンで処理可能にした方法を開発し、その
方式と実船での評価結果を述べたもので、略公称の精度
に近い値を得ている。

(13) ベーリング海におけるロランとオメガとの比較 実験について

長 尾 修 爾

ロラン C が比較的良好な地域で、比較実験を行って、
航跡の比較および伝搬補正値の比較を行っているが、

- 1) 全般に PPC 表の値が小さい傾向がある。
- 2) PPC 表とロラン C の補正値とは、変化の特徴が
似ているところがある。
- 3) 日変化は、8 月 8 日～14 日の約 1 週間でも 18～20
CEL 程度の差が発生している。
- 4) 略式 PPC 値は、変化特性の一致しているところ
がある。

等が述べられている。

(14) オメガ受信信号の衛星中継伝送実験について

木 村 小 一ほか

電子航法研究所では、さきに開発した航行衛星用狭帯

域観測およびデータ伝送方式を使って、オメガ受信信号
の衛星中継伝送を郵政省電波研究所およびアメリカ航空
宇宙局の協力を得て行った。その結果の概要を報告した
もので、将来の海事衛星システムなどで、船位の地上から
の監視、同システムに組込まれる予定の EPIRB (Emer-
gency Position Indicating Radio Beacon) への利用、無
人オメガモニタ局の開発等に資することが考えられている。

実験の結果、オメガ受信信号をデジタル化し、かつ
C/N の比較的悪い条件のもとで、衛星中継の長距離伝送
を行っても、受信の位相が良く保持され、測定位相差の
偏差は数 Cel 以内であり、実用上十分な精度が得られる
ことが確認されたことが述べられている。



(15) パネル討論「オメガ航法の問題点とその将来」

パネラとして利用者：大洋漁業鈴木茂氏、受信装置製
造者：日本無線富岡源一郎氏、研究者：東京商船大学飯
島幸人氏、が夫々の立場から約 10 分ずつ意見を述べ、
これにつきパネラまたは参会者から討論がなされるとい
う形で熱心にディスカッションがなされた。



Abstract of Foreign Paper

On Observations of Modals Interference of the North Dakota OMEGA Transmission

E.G. Baxa, Jr.**

C.O. Lytle***

(ノースダコタ局モード干渉の観測結果について)

(抄訳 森 脇 憲 治)

NASA は最近オメガシステムの精度評価に関する実験計画を実施したが、ここで得られたデータの解析結果から誤差の原因となる大きな要因はモード干渉による位相じょう乱であることが明らかとなった。この現象はノースダコタ局の信号に顕著に見られる。

オメガの周波数帯域付近におけるモード干渉についてはいろいろな文献に述べられているとおりであって、この現象は Wait の球面導波管理論で説明される。これらは、いろいろな距離における高次モード ($n>1$) の影響に関する実験的証明と理論的解析に重点が置かれている。しかしながら、各種モードの相互作用の時間的変化及び特定地点における位相測定値に与える影響についてはほとんど注目されていないのが実状である。

実際には、送信局からかなり離れた地点で使用されており、モード干渉の影響は非常に少ない。通常第1モードが優勢であり、高次モードの影響は大きくない。しかしながら、ノースダコタ局を有し、アメリカ大陸及びその沿岸領域におけるオメガの利用に強い関心があるにもかかわらず、多重モードの伝搬はここに示すデータから明らかとなっており大きな問題となるであろう。ここではノースダコタ局から約 2Mm の距離におけるモード干渉の観測結果とその理論的解析を行う。

過去 12~18 カ月にわたって、バージニア、ノースカロライナ、メリーランドで観測したところによると、ノースダコタ局の位相は遅れが観測されている。最大の位相の遅れは夜間に記録されており、観測値には夜間における大きなレベル変動と位相値も昼間の値の近くか又はそれ以下になることもあった。通常ノースダコタ局の位相日変化は送信局から 2.0Mm 離れた地点において、13.6kHz で 23~25 CEC, 10.2kHz で 25~28 CEC 程度である。13.6kHz が夜間数 CEC 変動し時には昼間の値の近くまで低下するのに対し、10.2kHz ではどちらかと言えば定常的な低下が見られるだけである。

図 1 に 1974 年 1 月に Merryland Chelteham (注 ノースダコタ局との距離約 1.95 Mm) で観測したノースダコタ局とトリニダード局の記録を示す。13.6kHz においてトリニダード局の信号は安定しているにもかかわらず、ノースダコタ局の信号は 3 日間の各夜間ともモード干渉がはっきりと現われている。位相は周期的に変化しており、50 CEC 以上もの大きな位相変動も認められる。10.2kHz においても同様にモード干渉がみられるが、この場合には明らかに位相抑圧が伴っている。(注 10.2

図 1 に 1974 年 1 月に Merryland Chelteham (注 ノースダコタ局との距離約 1.95 Mm) で観測したノースダコタ局とトリニダード局の記録を示す。13.6kHz においてトリニダード局の信号は安定しているにもかかわらず、ノースダコタ局の信号は 3 日間の各夜間ともモード干渉がはっきりと現われている。位相は周期的に変化しており、50 CEC 以上もの大きな位相変動も認められる。10.2kHz においても同様にモード干渉がみられるが、この場合には明らかに位相抑圧が伴っている。(注 10.2

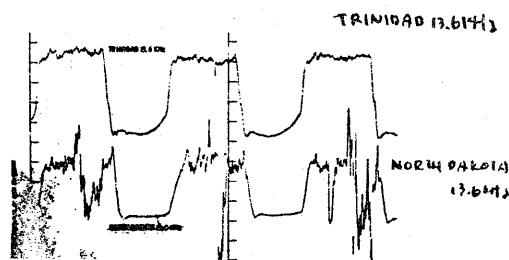


図 1 モード干渉の観測例 (1974. 1. 14-17)

* Proceedings of the 2nd OMEGA Symposium
Washington, D.C., November 1974 より

** Research Triangle Institute

*** NASA Langley Research Center

kHz のデータは印刷不鮮明なためここでは詳細させていた
 たく。) 球面導波管のモード励振

地球表面と電離層を境界とする球面導波管における
 VLF 信号の伝搬について検討する。Wait によれば、電
 界の垂直成分は次式で与えられる。

$$E_z = E_0 \frac{(d/\lambda)^{1/2}}{(h/\lambda)} \cdot e^{-\alpha_n d/4} \cdot \sum_{n=0}^{\infty} \exp \left\{ i k d \frac{C_n^2}{2} \right\} \\ \times G_n(y) G_n(y') A_n \dots\dots\dots (1)$$

ここで n : 伝搬モード

d : 送信アンテナからの距離、アンテナは半
 径の、導電率、誘電率 のなめらかな大
 地上に建柱された垂直ダイポールとす
 る。

h : 電離層の反射高さ ($h > a$)

λ : 励振周波数の波長

k : 励振周波数の波数 $k = \omega/c$

$G_n(\)$: n 次モードの電界の高さ利得関数

A_n : 相対モード励振率

(1) 式において

$$\frac{C_n^2}{2} \approx \left(\frac{v_n}{c} - 1 \right) + i \frac{\alpha_n}{k} \dots\dots\dots (2)$$

V_n : n 次モードの位相速度

α_n : n 次モードの減衰率 (ネーパ/単位長)

受信空中線が大地の近くに展張されている場合は

$$G_n(y) \cdot G_n(y') \approx 1$$

である。(2) 式を (1) 式に代入し

$$E_z = A(\omega \cdot h \cdot d) \sum_{n=1}^m A_n \exp \left\{ -\alpha_n d + i \left(k d \frac{v_n}{c} + \xi_n \right) \right\} \\ \dots\dots\dots (3)$$

$$A(\omega \cdot h \cdot d) = E_0 \frac{(d/\lambda)^{1/2}}{(h/\lambda)} \cdot e^{-i(\pi/4) + k d}$$

ξ_n : 励振率 A_n による位相角

(3) 式の E_z は $1 \sim m$ 次モードの合成値である。ここ
 では送信アンテナは地表面に建柱され、その高さは数百
 米であって、地球の半径と比較してはるかに低いもの
 とする。(3) 式より垂直電界の位相は次のとおりとなる。

$$\phi_z = \tan^{-1} \frac{-\sum_{n=1}^m A_n e^{-\alpha_n d} \sin \left(k d \frac{v_n}{c} + \xi_n \right)}{\sum_{n=1}^m A_n e^{-\alpha_n d} \cos \left(k d \frac{v_n}{c} + \xi_n \right)} \\ \dots\dots\dots (4)$$

$$E_z = |E_z| e^{-j\phi_z}$$

(4) 式を用いモードをパラメータとし、送信周波数
 13.6 kHz、夜間、指数関数形層の電離層モデルにもとづ
 いて Wait, Spies が求めた各モードの伝搬特性値から計
 算した距離と位相との関係を図 2 に着す。モード干渉を
 受けた信号の位相は距離に対して直線的に変化し、また、
 第 2, 第 3 モードは第 1 モードからみて明らかに位相偏

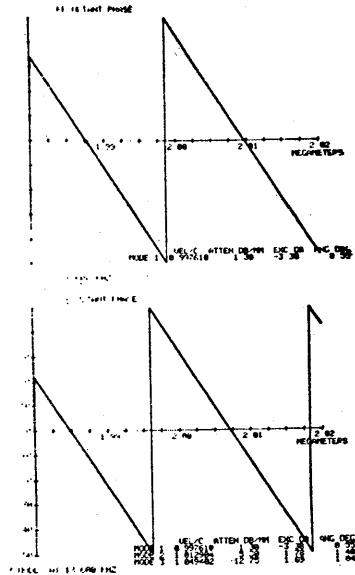


図 2 距離と合成位相との関係

移の原因となっている。

第 1 モード ($n=1$) が優勢であると仮定し、第 1 モー
 ドに対する次モードの合成電界の位相振幅変化を送信局
 からの距離の関数として求める。これによって高次モー
 ドによる影響の割合が解明できる。(3) 式から第 1 モー
 ドの電界 E_z と第 $1 \sim m$ 次モードの合成電界 E_z の比
 は次式で与えられる。

$$\frac{E_z(m)}{E_z(1)} = 1 + \sum_{n=2}^m \frac{A_n}{A_1} \exp \left\{ -\Delta \alpha_n d + i \left(k d \frac{\Delta v_n}{c} + \Delta \xi_n \right) \right\} \\ \dots\dots\dots (5)$$

$\Delta \alpha_n = \alpha_n - \alpha_1$ (相対減衰率)

$\Delta v_n = v_n - v_1$ (相対位相速度)

$\Delta \xi_n = \xi_n - \xi_1$ (相対励振角)

上式から合成電界の位相に対する相対位相値は次式で与
 えられる。

$$\Delta \phi_2 = \tan^{-1} \frac{-\sum_{n=2}^m \frac{A_n}{A_1} \exp(-\Delta \alpha_n d) \sin \left(k d \frac{\Delta v_n}{c} + \Delta \xi_n \right)}{1 + \sum_{n=2}^m \frac{A_n}{A_1} \exp(-\Delta \alpha_n d) \cos \left(k d \frac{\Delta v_n}{c} + \Delta \xi_n \right)} \\ \dots\dots\dots (6)$$

相対振幅値は (6) 式の $\tan^{-1}$ の偏角の分子、分母の二乗
 和平方根である。図 3 に距離と相対位相振幅の関係を
 示す。

次に、いろいろな距離における伝搬パラメータの値を
 変えたときの位相への影響について論じる。

図 4 は 3 つのモードを考えた場合の合成位相につい
 て、距離 1.84 Mm, 2.0 Mm における第 1 モードの位相
 速度に対する第 2 モードの位相速度 ($v_1/c - v_1/c$) の関

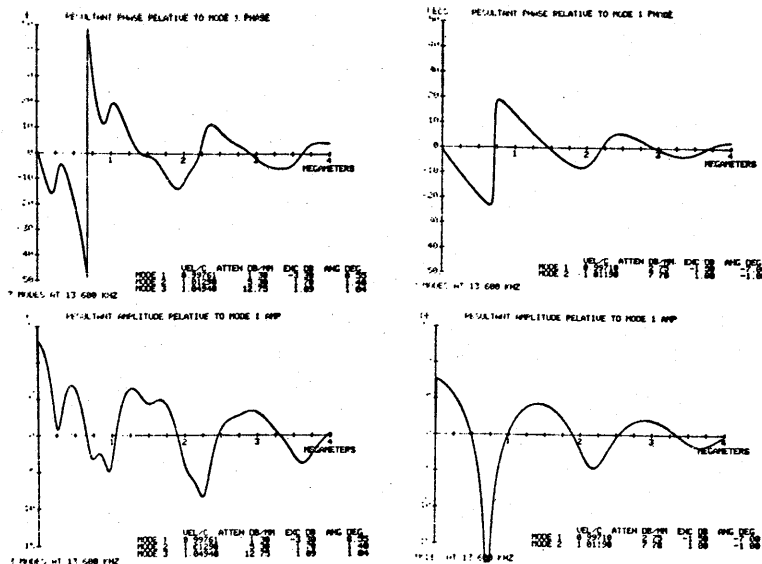


図3 高次モードの影響

- (a) 図は Wait と Spies のパラメータを用い、3つのモードについて計算
 $\sigma_g = \infty$ (13.6 kHz において)
 (b) 図は Wait と Spies のパラメータを用い、2つのモードについて計算
 $\sigma_g = 10^{-8}$ (13.6 kHz において)

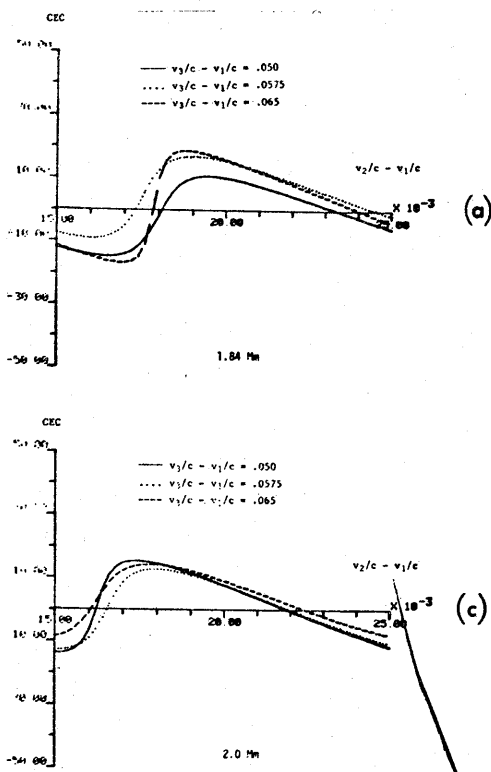


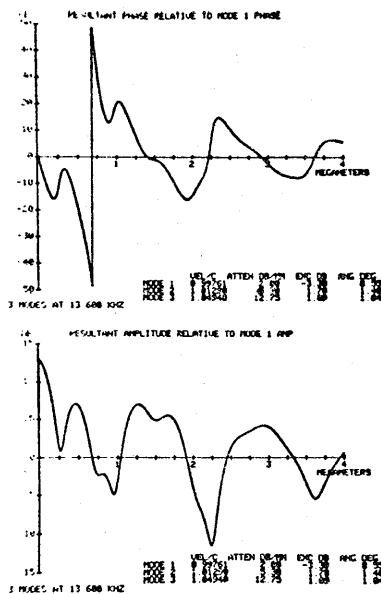
図4 距離に対する第モードと合成位相第1モードと第2モードとの関係

係を図示した。パラメータとして第モードの位相速度に対する第2モードの位相速度 ($v_2/c - v_1/c$) を用いた。この図を作成するについて用いた数値は Wait と Spies が求めた夜間の値であって、第2モードの相対位相速度を $15.0 \sim 25.0 \times 10^{-3}$ の範囲とし、第3モードの相対位相速度 $\Delta v_3/c$ には 0.05, 0.0575, 0.065 の3つの値を用いて求めた。

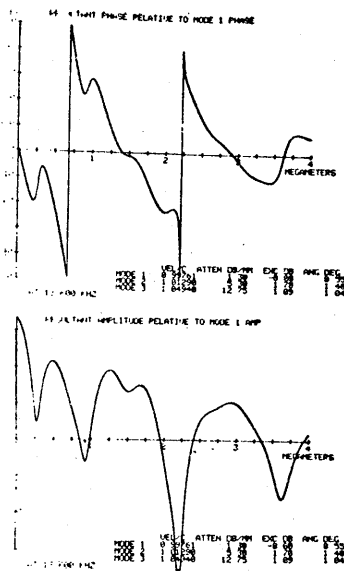
第3モードの相対位相速度が増加するに従い、13.6 kHz の合成位相値は振動しながら変化し、各図とも急激に変化する点が認められる。Wait と Spies の “Characteristics of the Earth-Ionosphere Wave guide for VLF Radio Signal” によれば、夜間において電離層が高くなるに従い、第1モードの位相速度の減少は第2モードの減少の程度よりかなり大きい。つまり、電離層が高くなるに従い $\Delta v_2/c$ は増加するため、図からある受信点においては時間とともに位相が変動することが考えられる。また、図からして位相速度の変化は 20-30 cec のオーダーになるものと考えられる。なお、第3モードについては明らかに影響らしい影響は及ぼさない。

図5に第1モードの励振係数も小さくしたとき(高次モードの励振係数の相対的增加)の状況を示す。2Mm 付近に大きな位相偏移が認められる。

図6に位相速度を変化させたとき(第1モードの位相速度の相対的減少又は高次モードの位相速度の増大)の

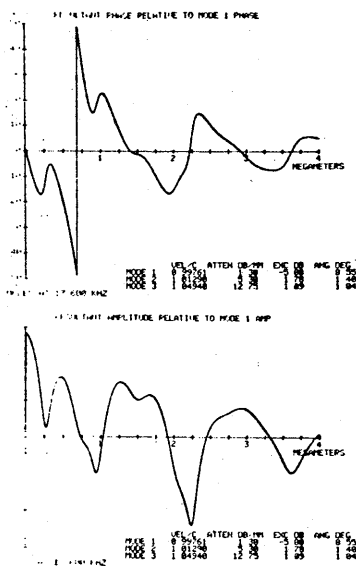


(a)

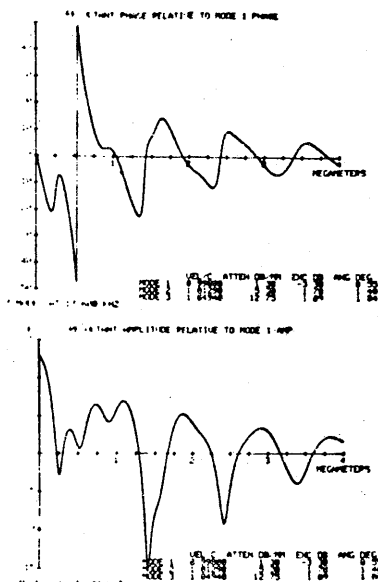


(b)

図 5 13.6 kHz 第 1 モード励振率を変えたときの高次モードの影響
(a) $A_1 = -5.00$ dB (b) $A_1 = -8.00$ dB



(a)



(b)

図 6 13.6 kHz 第 1 モードの位相速度を変化させたときの高次モードの影響

状況を示す。1.5~2.2 Mm の範囲に大きな位相変動及び信号レベルのディプが認められる。

図 7 に第 1 モードの減衰率を増加させたとき（高次モードの減衰率の相対的減少）の状況を示す。2 Mm の近くに大きな位相変動が認められる。

ノースダコタ局から 2 Mm 付近までの距離において

はモード干渉の影響が観測されていることは非常に関心のあるところである。特に重要なことは位相曲線の傾斜が大きい点即ち受信点が少し動いただけで位相が大きくずれる地点である。これらの点においては時間とともに相対的位相速度が僅かに変化しても位相の傾斜面が変動し、そして受信機では大きな位相変動が測定されること

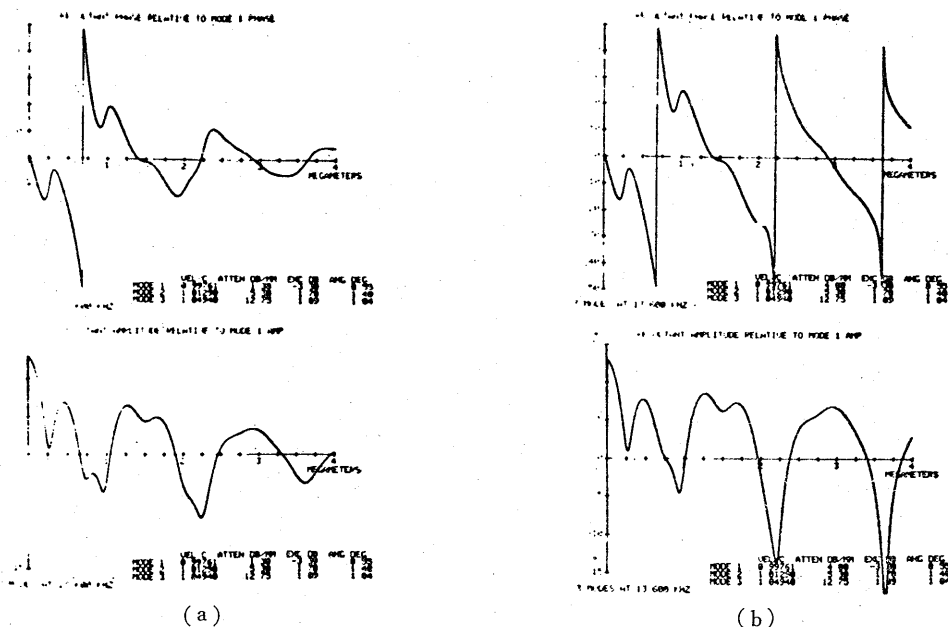


図 7 13.6 kHz 第 1 モードの減衰率を変えたときの高次モードの影響
(a) $\alpha_1=2.0\text{ dB/Mm}$ (b) $\alpha_1=4.0\text{ dB/Mm}$

となる。信号強度が最小となる点は通常位相曲線が急勾配となるところと一致している。このことは、高次モードは第 1 モードと逆位相であって、距離に関して相対的に大きな位相変化となっている。

結論として、ノースダコタ局の電波のモード干渉現象がアメリカ大陸内で起っていることが明確になった。第 1 モードが強くない場合、2 Mm の近くでは 10.2 kHz 13.6 kHz の両方に位相の抑圧現象がみられることが理論計算上から明らかである。夜間になれば第 2 モードの振幅は大きくなり、その位相は付近で第 1 モードに対して逆位相となる。

ノースダコタ局からある距離だけ離れた地点特に沿岸で航路が合流している海域付近では、夜間、測位精度の低下をきたすであろう大きな位相変動が起っている。計算結果によれば、伝搬パラメータの時間的に変化する小さな変動によっていろいろな位相変動が発生する。これら時間的な変化については現在の電離層モデルでは十分に説明され得ない。不規則な変動を十分に説明できるモデルが正しいかどうか今のところ明らかでない。これらモデルは本質的には統計上から求められるべきものであり、ただ誤差の偏差の大きさのみを表わすものであって、それを減じる手段ではないことは明らかである。

OMEGA Signal Coverage Prediction*

J.E. Bortz, Sr.,** R.R. Gupta**

D.C. Scull,*** P.B. Morriss***

(オメガ信号の有効範囲の予測)

(抄訳 森 脇 憲 治)

10.2 kHz のオメガ信号の有効範囲について論じる。
有効範囲の予測図を示すが、これらは海図に描く位置の
線を決定する場合、受信機を設計する場合、オメガ測定
者の必要条件に合致しているかどうか判断する場合、適
切なオメガテーブルを選び出す場合に使用できる。

ここではオメガの有効範囲を 100 Hz の雑音帯域幅に
おいて S/N が -20 dB 以上であるところを定義する。
このような条件であれば、設計の行きとどいた受信機で
もって精度のよい位置測定が可能である。

図 1~図 4 にノルウェー局、ハワイ局、ノースダコ
タ局、日本の対馬局の有効範囲図を正主距方位図(総て
の経線の各部分が正しい長さの割合で表わされている方

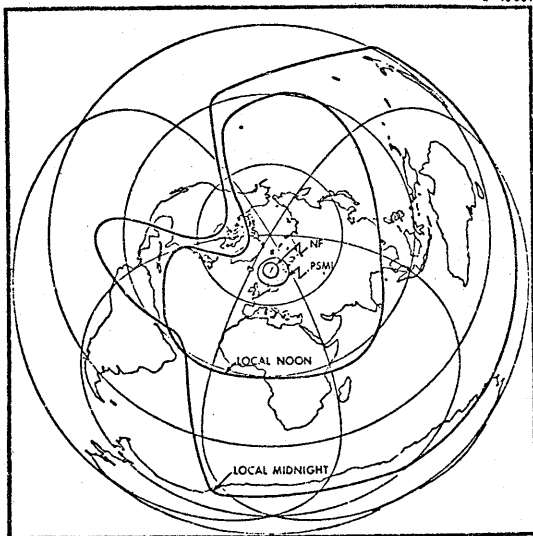


図 1 10.2 kHz 有効範囲予測図 (ノルウェー)

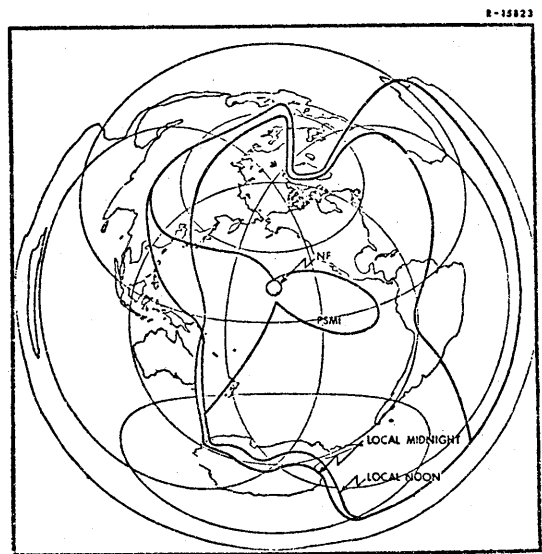


図 2 10.2 kHz 有効範囲予測図 (ハワイ)

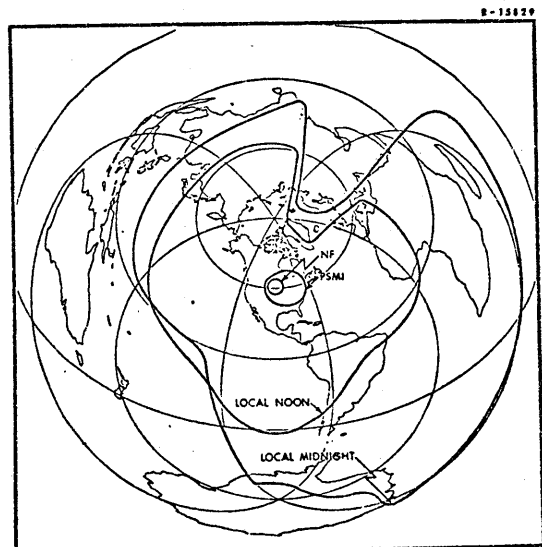


図 3 10.2 kHz 有効範囲予測図 (ノースダコタ)

* Proceedings of the 2nd OMEGA Symposium,
Washington, D.C., November 1974 より

** The Analysis Sciences Corporation

*** USCG, OMEA Navigation System Operations
Detail

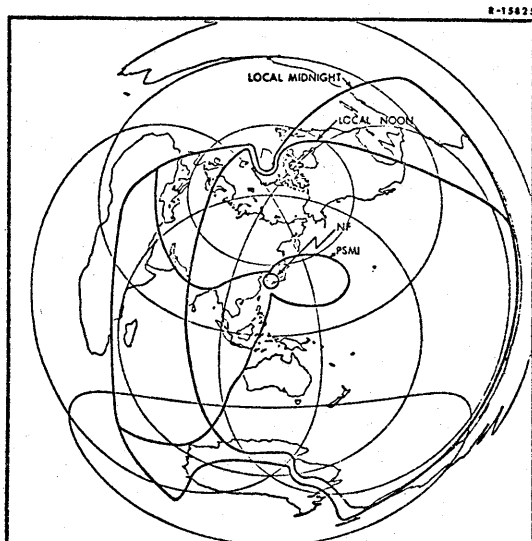


図 4 10.2 kHz 有効範囲予測図 (日本)

位図)で示す。各図には地方時が正午の -20dB 線, 地方時が真夜中の -20dB 線, NF 及び PSMI の 4 本の線が描かれているが, このうち, NF (Near-Field Region) は局近傍領域を, PSMI (Possible Significant Mode Interference) はモード干渉発生可能領域を示す。正午の線は夏期の地方時における -20dB 線であって, 送信局の方向に近づくとき S/N 比は -20dB より大きくなり, 反対に遠ざかれば小さくなる。雑音は普通冬期より夏期の方が高く, 中緯度地方の大地における冬期正午の平均雑音電力は夏期より 13dB 程度低い。中緯度の海上における冬期正午の平均雑音電力は夏期より 7dB 程度低い。雑音電力が変化したときの -20 線の修正方法については後述する。真夜中の線は夏期地方時真夜中の -20dB 線であって, 上記の正午の場合と同じように描かれている。真夜中における夏期・冬期の雑音電力は夏期の方が高く, その季節変化は昼間の場合より小さい。変化量は大地上で 5dB , 海上で 2dB 程度である。

NF 領域内においては伝搬補正表やオメガ自動航法装置のプロセッサに利用されている遠距離伝搬補正モデルでは十分に補正を行うことができない。このため, この領域がオメガの有効範囲になるとは考えられない。

夜間にはモード干渉によって位相じょう乱を受ける可能性がある。モード干渉は主に夜間に起る現象であり, 送信局の近くで発生するが, 時にはかなり遠方にまで達することもある。また, 送信局が赤道線上にある場合には東西方向では -20dB 線以遠にまで達する。図中の PSMI は著しいモード干渉が発生する可能性のある領域であって, この領域内では位置の線の誤差はモード干渉を受けていないときの測定値に対して $1\sim 2\text{Mm}$ 以上

の誤差となる。なお, 単一局の位相を基準時間と比較して位置の線を求める場合には位相差によって位置の線を求める場合の 2 倍となる。

ここに示した有効範囲図は少なくとも昼夜間各 8 方向の距離対信号強度のプロファイルから合成したものである。プロファイルは度間隔に切ったが PSMI をさらに詳しく調べる必要がある場合には追加してプロファイルを切った。図 5 にプロファイルの一例を示す。この図は夜間にお

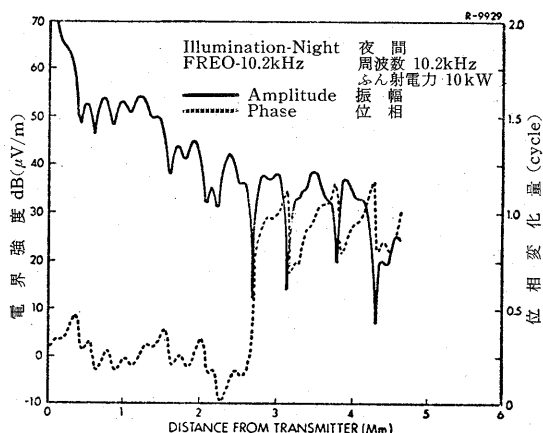
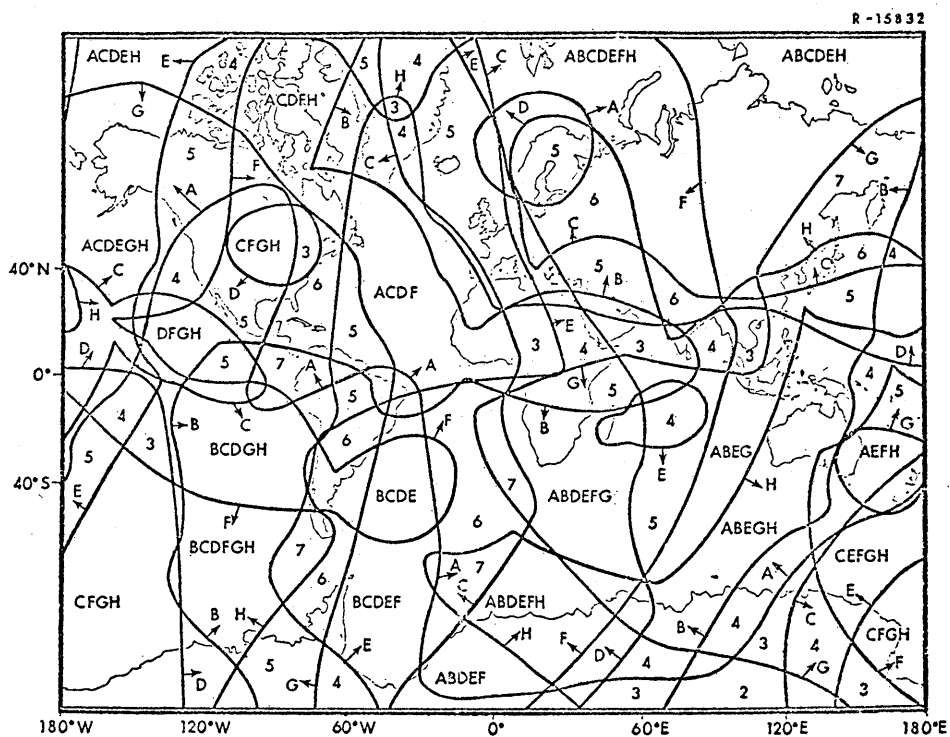
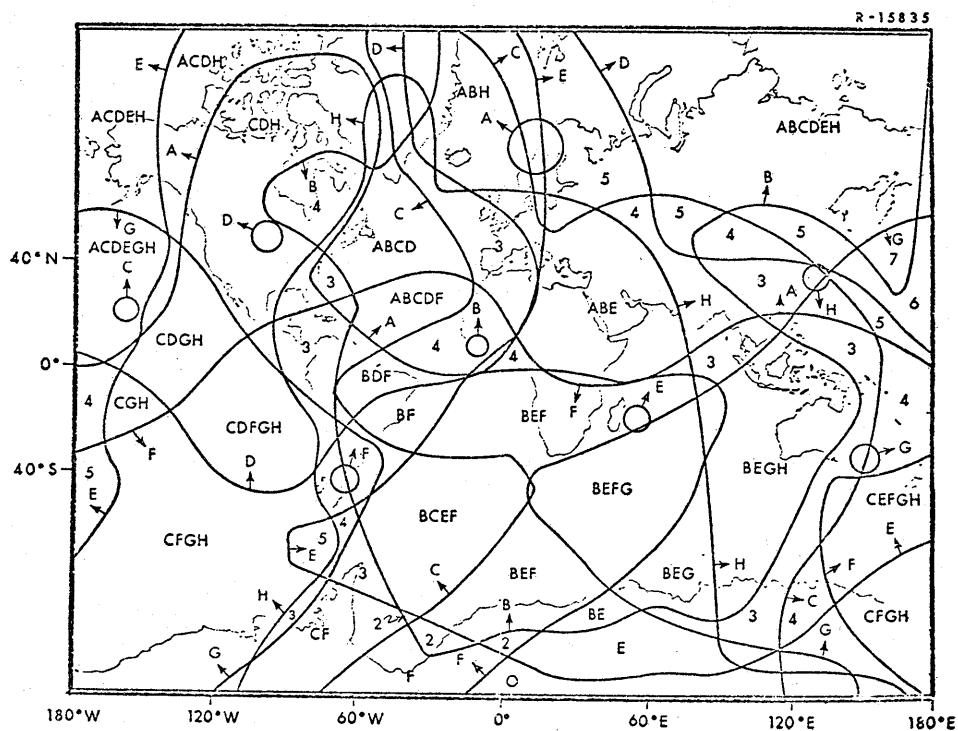


図 5 伝搬プロファイル (日本局から 225° 方向)

ける距離と電界強度, 位相の関係を表わしたもので, 日本からシンガポール方向のプロファイルである。これらは NELC が開発した総合伝搬予測プログラム (IPP) によって求めたもので, このプログラムは大地と電離層との導波管を伝搬するオメガ信号の振幅・位相を計算できる全波用プログラムである。この導波管理論によって 2 信号を構成するといろいろな電磁界を立証することができる。なお, それぞれの電磁界は同一周波数における識別可能な信号成分とみなすことができる。

各信号成分すなわち各モードは多少異なった位相速度で伝搬する。同じような振幅のつのモード信号が同時に伝搬する場合, 干渉しモード干渉現象を呈する。この現象は実験的に確認されており, またモード干渉の発生地点は電離層並びに大地導電率に左右される。モード干渉は主に夜間の現象であって, 昼間は主モード以外はすべて急速に減衰する。しかしながら, 夜間には主モードを含む 2 ないしそれ以上のモードの減衰率は同程度となり, モード干渉の起る条件はかなり遠距離にまで及ぶこととなる。

図 6, 図 7 にシステムが完成した時点における正午と真夜中の有効範囲を示す。この図から地方時の正午及び真夜中に利用できる局の組み合わせがわかり, 例えば, サンフランシスコの夏期真夜中では C.D.G.H. の 4 局が利用できる。なお, この図を作成するに際しては, 位置



の線の幾何学的な面について検討を行っていない。一般に同一直線上の2局ある場合、1局は利用できない。上記のサンフランシスコの場合、C.G. は殆んど同一方向上に位置しており実際に使用できるのはC.D.H. の3局である。幸いにもこのようなところは3局以上利用できるところである。オメガの基線は非常に長いので、3局しか利用できない場合であっても、位置の線の交角等幾何学的な関係は満足でき、十分実用に供し得る。

使用したデータは次のとおりである。

- ・ 総合伝搬予測（全波解析）コンピュータプログラム
- ・ 1964 年版 CCIR ノイズマップ
- ・ 大地導電率（6 段階表示）
- ・ 電離層の電子導電度は指数関数的に分布し、その実効反射高は昼間 70 km, 夜間 88.5 km, 電子密度の傾度は昼間 0.3/km, 夜間 0.5/km

補 遺

表 1, 表 2 は正午と真夜中において, S/N 比が 1 dB 変化したとき, -20 dB 線が動く距離を示したものである。

送信電力の僅かな変化又は雑音電力の季節変化に際しこの表から修正値を求め -20 dB 線を修正すれば有効範囲を正確に使用することができる。例えば、ハワイ局から 225 度方向において, S/N 比が 1.0 dB 上がると正午の -20 dB 線は局から見て 0.39 Mm 遠方にのびることとなる。伝搬方向によっては -20 dB 線が対しょう点まで達するものもあるが、対しょう点以遠にまで伝搬する信号は航法用としては使用不適であるため、この表から除外し印で表示した。

Transmitter	Shifts (in megameters per dB) Along Paths Launched at							
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
A	0.07	1.05	0.32	0.18	0.25	0.18	0.17	0.03
B(Liberia)	0.76	0.27	*	0.35	0.03	0.34	0.17	0.21
C	0.19	0.39	0.42	*	0.03	0.35	0.19	0.20
D	0.15	0.30	0.99	0.27	0.55	0.15	0.25	0.18
E	0.26	*	*	0.31	0.03	0.24	0.18	0.22
F	0.48	0.20	0.38	0.43	0.03	0.21	0.26	0.21
G	0.29	0.23	0.26	0.25	0.03	0.19	0.17	0.17
H	0.04	0.32	*	*	0.03	0.30	0.18	0.15
B (Trinidad)	0.03	0.29	0.26	0.27	0.28	0.25	0.24	0.19

* 印は -20 dB S/N 線が対しょう点を超えることを示す。

表 1 S/N の変化に伴う -20 dB 線の修正表
(地方時正午)

Transmitter	Shift (in megameters per dB) Along Paths Launched at							
	0°	45°	90°	135°	180°	225°	270°	315°
A	0.30	*	*	*	0.05	0.20	0.06	0.10
B (Liberia)	0.46	*	*	0.37	0.05	0.19	0.18	0.68
C	0.66	*	*	*	0.03	0.39	0.23	0.22
D	0.53	*	*	*	0.05	0.17	0.15	0.17
E	0.42	*	*	*	0.05	0.20	0.25	0.55
F	0.05	0.27	*	*	0.03	0.19	0.21	0.41
G	0.41	0.29	*	*	0.03	0.18	0.13	0.50
H	0.03	*	*	*	0.05	0.20	0.18	0.23
B (Trinidad)	0.58	0.40	*	0.27	0.31	0.38	0.24	0.16

表 2 S/N の変化に伴う -20 dB 線の修正表
(地方時真夜中)

PROCEEDINGS OF THE 2ND OMEGA SIMPOSIUM, WASINGTON 1947 の目次

OMEGA SIGNAL COVERAGE PREDICTION - John E. Bortz Sr., Radha Raman Gupta, David C. Scull and Peter B. Morris

ACCURACY SPECIFICATIONS FOR AUTOMATIC OMEGA NAVIGATORS - Frank C. Sakran, Jr.

EXPERIMENTAL OMEGA FOUR FREQUENCY FORMAT EXTENDS LANE AMBIGUITY - Walter E. Rupp, Jr.

A COMPREHENSIVE EXPERIMENTAL PROGRAM FOR INVESTIGATION OF VARIOUS OMEGA OPERATIONAL MODES WITH SELECTED DATA ANALYSIS RESULTS - Carroll D. Lytle, Edward S. Bradshaw, and Leonard J. Jowers

OMEGA NAVIGATION SYSTEMS SPECIFICATION AND PERFORMANCE MEASUREMENT - O.J. Baltzer and E.C. Fraser

A COMPUTERIZED INTEGRATED OMEGA POSITION FIXING SYSTEM - Gerald A. Marazas, Charles W. Sullivan, Dennis T. Ohlrich, and Nancy R. Lindstrom

(56 ページに続く)

新製品紹介

Introduction of New Products

NOAA 気象衛星受画装置

Weather Satellite NOAA Receiving Equipment

日本無線株式会社
JAPAN RADIO CO., LTD.

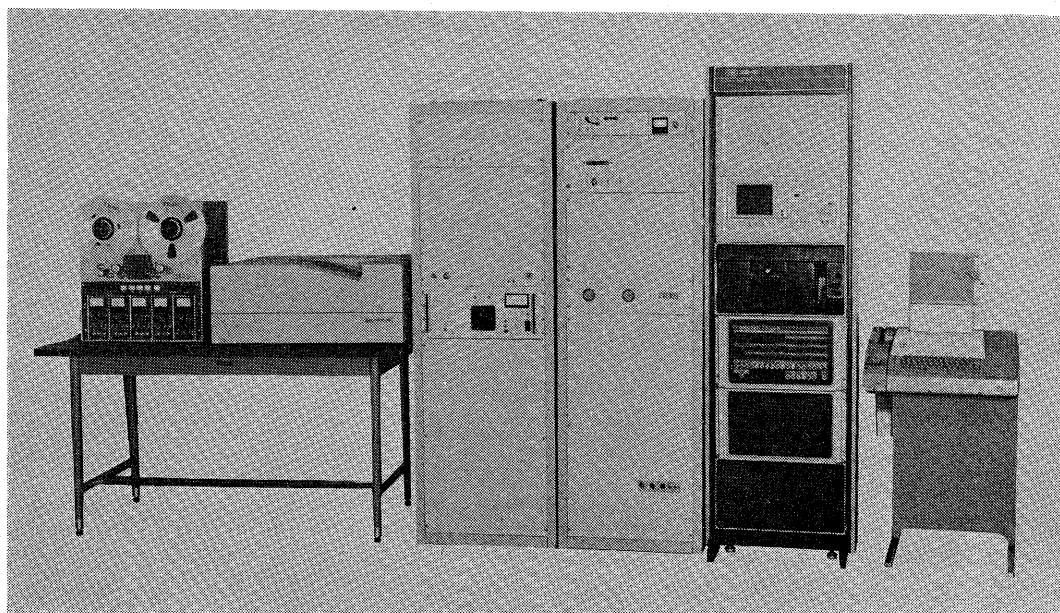
1. はじめに

自然現象のうち天気は毎月の人間生活にもっとも影響を与えている。人間は数千年の間、気象に支配されて生活してきているが、気象をどのように解明するかがわからなかった。ごく最近になって、天気は複雑ではあるが明確な法則に従っていて、その理解をすれば予報が導かれそうであることがわかってきた。

天気予報の精度を向上させるには、地球全域にわたる広範囲な気象現象を把握することが必要である。現在地球上では WMO (世界気象機関) に加盟している 100 以上の国によって、それぞれの領土内で気象観測が行なわれており、そのデータは WMO の通信網で集められた

り、交換されている。しかしその大部分は文明国の陸地におけるものであり、観測地域は全世界の 1/4 をカバーしているにすぎない。地球表面の 70% を占める海上のデータはほとんど得られていない。また平面的観測だけでなく、天気予報には垂直の観測が必要で、高い山に観測所を設けたり、気球、ロケット、レーダなどを用いているがこれでも不十分である。天気予報に必要とされているのは、全世界にわたって風速、風向、気圧、水蒸気の分布などを多くの高度で観測することで、これをタイムリーに収集する唯一の方法は人工衛星である。

気象衛星の歴史は 1960 年 4 月に打上げられたタイロス 1 号に始まる。タイロスシリーズは実験用気象衛星といわれ、タイロス 10 号で一応実験衛星としての終止符



第 1 図 気象衛星受画装置 (JAA-10)

を打った。本格的な実用衛星は1966年2月のESSA 1号に始まる。

ESSAの任務はAPTカメラによる雲分布観測とそれを自動送画(APT)することである。

これらの衛星によって、海洋、砂漠や山岳等における気象観測の空白(全世界の約70%といわれる)地域をカバーすることができるようになった。ESSAシリーズは偶数番のものが一般に解放されており、1965年9月現在8号と9号が動作しているが、8号のAPTはコントラスト低下で、事実上ESSAのAPTは終わったと考えられる。

ESSA衛星の効用の顕著な例として、低気圧、台風についての情報の早期入手が可能になったことである。特に南方洋上における台風の卵である熱帯性低気圧の早期発見が可能になったことである。

ESSA以後の実用気象衛星としてITOS A~Cがある。これらは、より進んだ観測手段をもつ3軸安定方式の衛星である。

ITOSA~Cの主な使命はAPTカメラシステム及び走査放射計(SR)による雲分布観測である。新しい測器のSRは、衛星の進行方向と直角に地表面を走査して昼夜の別なく雲の分布と地表面、雲頂温度の測定する。この資料はAPTカメラで撮った写真をAPT装置で地上に送る合間に同じように送信される。ESSAシリーズとくらべれば1月2回昼夜の資料が手に入るようになった。

1972年10月には新しい観測サブシステムVHRR(超高解像度放射計)を積んだNOAA-2が打ち上げられた。そしてこの衛星からAPT方式は廃止された。

NOAAシリーズ気象衛星には衛星直下で870mという分解能をもつVHRRが搭載され、赤外線と可視光線による地表面走査データを一般利用者向に提供している。VHRRは従来の走査放射計(SR)はくらべて分解能が約8倍に上がっており、格段に精密な気象画像が得られるようになった。

2. 気象衛星 NOAA

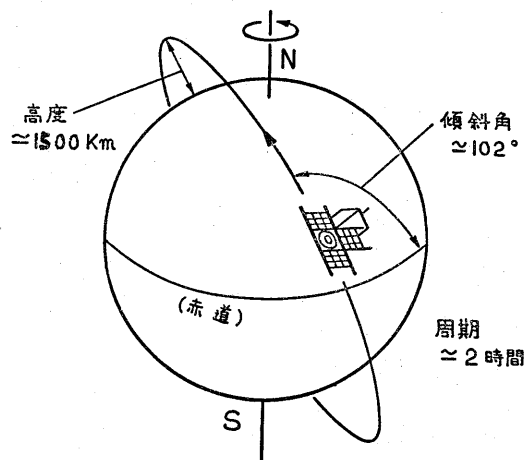
NOAAシリーズの衛星は高度約1500km、周期約2時間の近極軌道衛星で、地方時の午前と午後9時に近い地域の上空にあるよう軌道要素が選んである(太陽同期軌道)。第1表にNOAA衛星の軌道要素を示す。午前には北から南へ、午後は南から北へ通過し、2時間後には約30度西に寄った軌道を通る。

受信は1日少なくとも2回、軌道が良ければ、午前と午後それぞれ2~3回可能である。第2図にNOAA衛星の軌道概念図を示す。

NOAA衛星には超高解像度放射計(VHRR)、走査放射計(SR)、垂直温度分布観測放射計(VTPR)、太陽ブ

第1表 NOAA 衛星の軌道要素

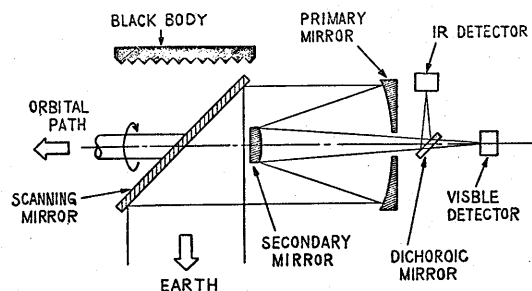
	NOAA-3	NOAA-4
長 軸 半 径 (km)	7882.784	7828.978
離 心 率	0.000572	0.000890
近 地 点 高 度 (km)	1500.11	1448.45
遠 地 点 高 度 (km)	1509.12	1453.56
軌 道 傾 斜 角 (deg)	102.12	101.709
近 地 点 周 期 (min)	116.085	114.899



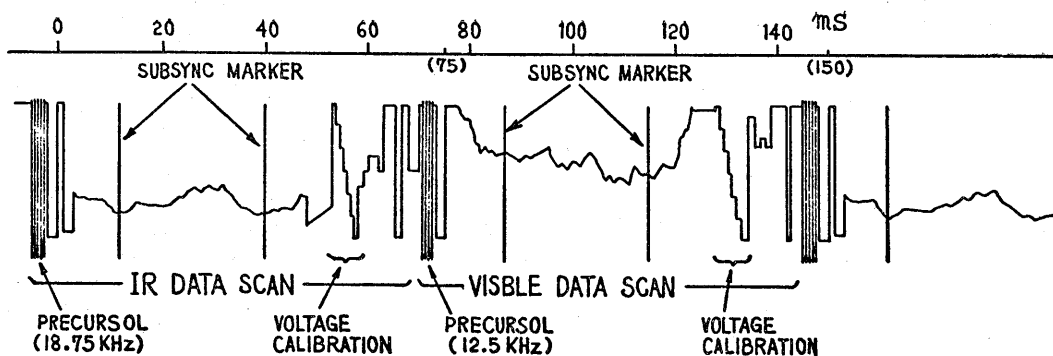
第2図 気象衛星 NOAA 軌道概念図

第2表 VHRR 主要性能

測 定 波 長	可 視 0.6~0.7 μ
	赤 外 10.5~12.5 μ
走 査 鏡 回 転 速 度	400 回/分
走 査 鏡 視 野 角	可視, 赤外共 0.6 mrad
走 査 線 間 隔	870 m
解像度(視野スポット径)	870 m
搬 送 周 波 数	1697.5 MHz
変 調 方 式	FM/FM



第3図 走査型放射計の原理



第4図 気象衛星 NOAA の画信号

ロトセンサー (SPM) の4種類のセンサーが搭載されているが一般には VHRR の信号電波が受信されている。VHRR の主要性能を第2表に示すが、従来よりも高い解像度で走査鏡を回転させ、可視光線と赤外線との放射を測定する。赤外線の $10.5\sim 12.5\mu$ の波長域は $180^\circ\text{K}\sim 315^\circ\text{K}$ の温度の放射を感じる。又可視光線の $0.6\sim 0.7\mu$ の波長域は $50\sim 10,000$ フートランバートの明るさに感じる。実際に受画する場合、信号を白黒反転させ、雲頂など低温のところほど白く出るようにしている。第3図に走査型放射計の概念図を示す。

NOAA 衛星の L バンド受信機を以下に示す。

主搬送波	1697.5MHz
送信出力	5W
使用空中線	ダイポール (1.9dB)
変調方式	FM/FM
RF 帯域幅	1MHz
副搬送波	A. PRIMARY MODE 99kHz (deviation ratio 2) B. BACK-UP MODE 赤外 99kHz (deviation ratio 1/3) 可視 249kHz (deviation ratio 1/2)

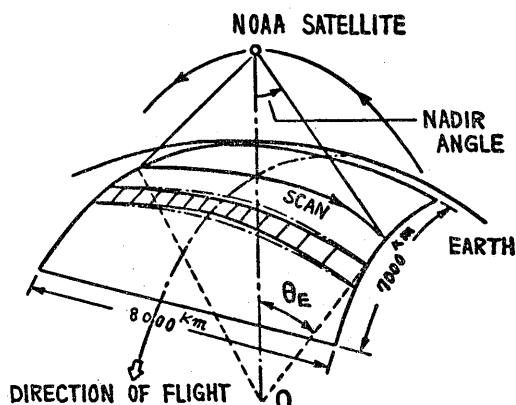
ベースバンド 35kHz

なお 1975 年 9 月現在 NOAA-2 は停止し、NOAA-3、NOAA-4 が受信できる。

9. 画像信号の特性

3.1 画像信号のフォーマット

VHRR の赤外線と可視光線の各検知器からの信号は通常時分割方式で送られてくる。(PRIMARY MODE)。第4図に受信され画像信号を示すが、地表面走査信号の他に、プリカソール信号や電圧校正用のクレベルの階調信号2つの SUBSYNC MARKER 信号等が組込まれている。プリカソール信号は赤外データと可視データとを区別するのに用いる。2つの SUBSYNC MARKER 信号は各データのうち、幾何学的歪の少ない部分を示す。



第5図 NOAA 衛星の走査領域と周辺の歪み

これは VHRR の走査鏡が等速回転しているため、衛星から地球を見る角度 (Nadir angle) が増加するにつれて幾何学的歪が生じ、分解能が悪くなる。(第5図参照)

3.2 最高画周波数

VHRR の最高画周波数は赤外、可視データ共に次式で計算される。

$$f_{\max} = \frac{2\pi}{24\theta} \times \frac{N}{60} = 34.906 \text{ (kHz)}$$

但し、 24θ : 放射計の視野角……0.6 mrad

N : 走査鏡の回転数……400 rpm

3.3 走査線間隔

走査線の間隔を ΔL とすると、

$$\Delta L = \frac{2\pi R}{60T} \times \frac{60}{N} \approx 870 \text{ (m)}$$

但し、 T : 衛星の周期……115 分

R : 地球半径……6370 km

3.4 走査領域

放射計の走査で走査される地球面上の距離は次式で計算される。

$$L = 2R\theta_E \approx 8000 \text{ km}$$

但し、 θ_E : 1 走査の地心角……0.1 rad

衛星電波の受信可能時間は軌道により異なるが、最高

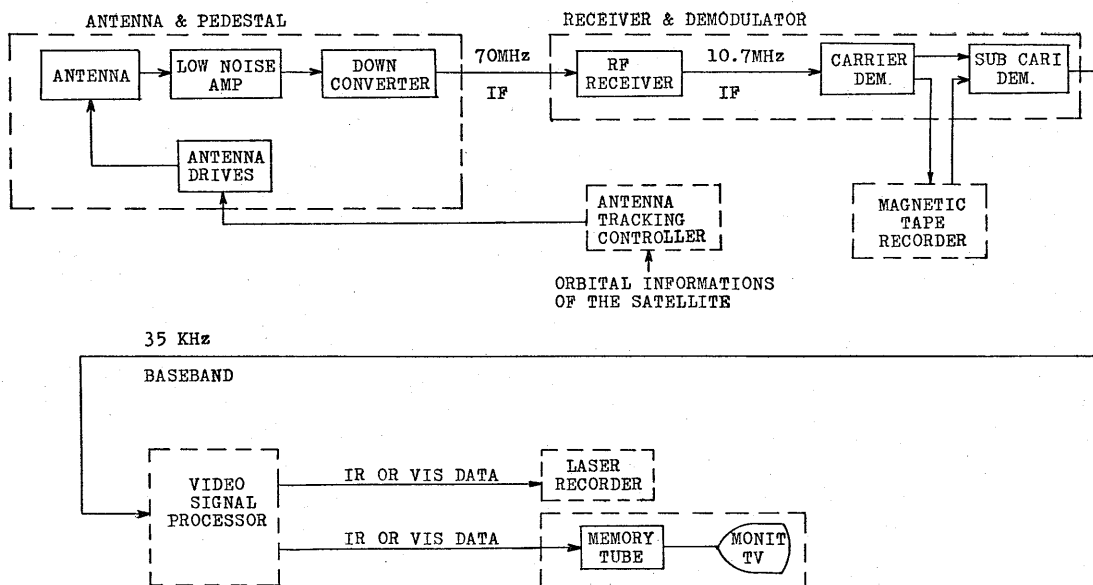


Fig. 6. Block Diagram of Receiving System

約 20 分であり、これは走査線数に直すと 8000 本となり、軌道方向の距離に換算すると $8000 \times 4L = 6960 \text{ km}$ となる。これより最大 $8000 \times 6960 \text{ km}^2$ の領域の走査データを 1 地点で受信できることになる。(第 5 図参照)

4. 気象衛星受信装置

4.1 受信装置の構成と概要

NOAA 受信装置は大別して次の 4 つの機能を持たせなければならない。

- (1) 衛星の追尾
- (2) 受信, 増幅, 復調
- (3) 画像記録 (信号処理含む)
- (4) 録画

拡張されたシステムとしてはさらに

- (5) 画像変換 (地図化) や画像処理

の機能を持たせることができる。

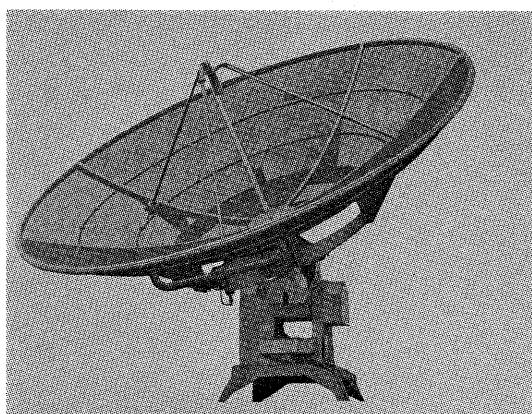
これらのことを第 6 図のシステム・ブロック図に示す。

4.2 アンテナ系

4.2.1 アンテナ

アンテナとしては陸上の大規模局の場合は $4.5 \text{ m}\phi$ 、中規模局で $3 \text{ m}\phi$ 前後、船舶局等の小規模局には $1.5 \text{ m}\phi$ 前後のパラボラが適当と思われる。アンテナの口径は必要な情報収集の必要な範囲に関連して決められる。第 7 図に直径 3 m のパラボラアンテナを示す。

アンテナ直径 3 m (4.5 m 又は 1.5 m も可)
 マウント方式 X-Y マウント (地上局)
 アンテナ利得 31.7 dB ($3 \text{ m}\phi$ の場合)



第 7 図 アンテナ ($3 \text{ m}\phi$)

受信周波数 1697.5 MHz

4.2.2 アンテナ駆動制御装置

タイプライタから衛星の番号 (例えば NOAA-3, NOAA-4 など) 赤道通過時刻と経度を入力してやればミニコンによって 1 秒毎の衛星の仰角, 方位角を計算し, さらに X 角 (β) Y 角 (γ) に変換してアンテナの駆動回路に指令する。第 8 図にアンテナとアンテナ制御装置の概念図を示す。

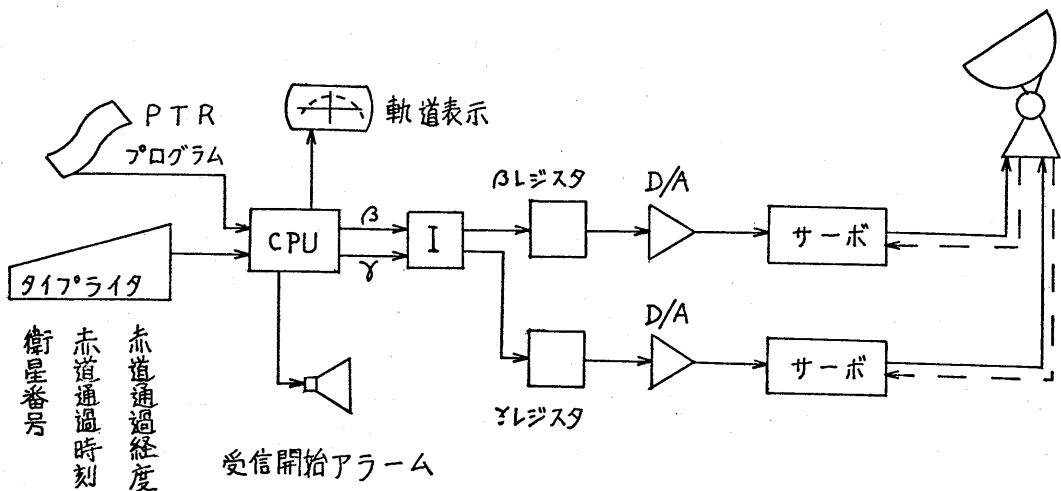
本プログラムは NOAA 衛星と限らず円軌道の衛星には適用できるように組込まれている。

追尾角 β, γ の計算式は

$$\beta = \tan^{-1}(\cot \alpha \cdot \cot \theta)$$

$$\gamma = \sin^{-1}(\cos \alpha \cdot \sin \theta)$$

但し, α, θ は受信地点からみた衛星の仰角と方位角



第8図 アンテナとアンテナ制御装置

$$\alpha = \tan^{-1} \{ [\cos \Omega - R/(R+H)] / \sin \Omega \}$$

$$\theta = \sin^{-1} \{ \cos \phi_t \cdot \sin (\lambda_t - \lambda_p) / \sin \Omega \}$$

R : 地球の半径 H : 衛星の高度

ϕ_t : 衛星直下点の緯度 λ_t : 衛星直下点の経度

ϕ_p : 地球局の緯度 λ_p : 地球局の経度

Ω : 地球中心より地球局と衛星直下点をみる角

$$\Omega = \cos^{-1} \{ \sin \phi_t \cdot \sin \phi_p + \cos \phi_t \cdot \cos \phi_p \cos (\lambda_t - \lambda_p) \}$$

実際は地球の自転分の補正を加えてやる必要がある。

さて軌道情報は米国の海洋大気庁 (NOAA) の衛星事業部 (NESS) から毎日テレタイプ回線を通じて主な国の気象庁向けに送っている。さらに日本の場合日本の気象庁から短波回線 (JMH) を通じて一般利用者向けに毎日放送されている。これを受信するには短波受信機と FS コンバータ及びタイプライタがあればよい。我々は1回この軌道情報を受信すれば追尾用のコンピュータの空き時間を使ってその後1週間分の軌道をはじき出しているので毎日受信をするという手間を省している。

4.3 受信器と復調器

信号経路を示すと、まず受信アンテナより入った信号は妨害波による低雑音増幅器 (LNA) の破壊防止を兼ね

た帯域通過ろ波器 (BPF) を通過したあと、LNA により低雑音増幅される。この信号は更に BPF によりイメージ周波数等を充分抑圧した上で、受信変換器により第1中間周波 70 MHz に変換される。70 MHz に変換された信号は増幅後、アンテナ装着の HEAD AMP より出て同軸ケーブルで屋内に導入される。

屋内に入った信号は BPF により、帯域制限を受けた後、第2中間周波 (10.7 MHz) に変換、リミタ、AGC 付増幅器で充分増幅された後 FM 復調される。

第2局発信号は、衛星の飛しょうに伴うドップラ・シフトを補償する意味で、80.7 MHz の VCO を用いて復調器出力による AFC をかけている。復調信号は、一旦増幅された後、プライマリー・モード/バックアップ両モード分離用のフィルターを通り、夫々 FM 復調されベースバンド信号となって記録部に送られる。

4.4 記録装置

4.4.1 同期抽出

画像信号に含まれている赤外領域と可視領域の同期信号を抽出するためアクティブ B.P.F. で各々の信号を取り出す。18.75 kHz は赤外領域の最初を 12.5 kHz は可

可視データ

赤外データ



第9図 画像信号スライスレベル

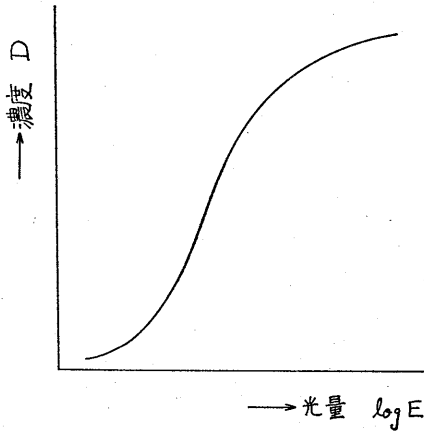
視領域の最初を示す。

4.4.2 スライス

画像信号のデータのレベルは、赤外領域と可視領域とで異なる。赤外又は可視データにおいて最適の画像を得るため、各々の領域で最低レベルが白、最高レベルが黒と表現されるように第9図の様な信号処理を行なう。

4.4.3 γ 補正

乾式銀塩紙は第10図の様な濃度光量特性をもっている。この感光紙に中間調を得るためにlog特性を補正する意味で画像信号を2乗し、又濃度をlog特性領域内におさめるためレーザ光量を光干渉フィルタで調節する。



4.4.4 レーザ変調・記録

受信機で得られた画像信号を γ 補正し、スライスした

あとレーザ光に光変調をかけ乾式銀塩紙を感光する。画像信号は最低レベルが白、最高レベルが黒となって感光紙の上に表われる。ここでレーザのドリフトを軽減する目的で電流負帰還を施す。この概要を第11図に示す。

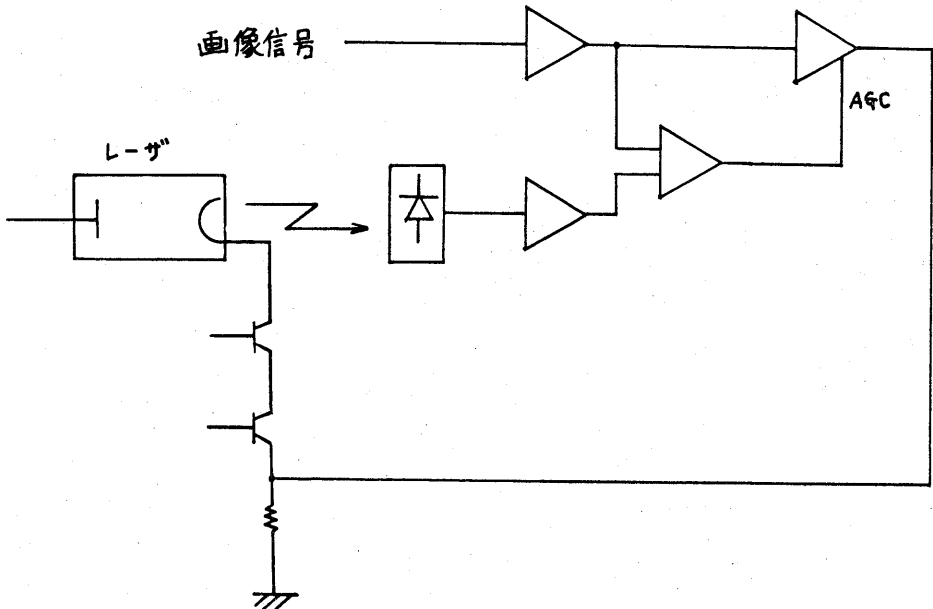
以下にレーザ・レコーダ(第12図)の主なる機能性能を示す。

- | | |
|----------|-------------------|
| (1) 記録媒体 | 11 吋幅 乾式銀塩紙(感光紙) |
| (2) 記録方法 | 変調レーザによる光記録, 自動現像 |
| (3) 記録時間 | 約 10 分 |
| (4) 回転数 | 400 r.p.m. |
| (5) 線密度 | 16.7 本/mm |
| (6) 階調性 | 7 階調以上 |

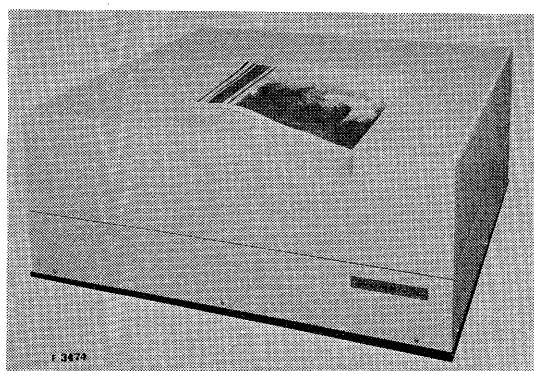
レーザ記録による受信画像(ハードコピー)を第13図に示す。この画像は75年1月11日午前9時, NOAA-3 衛星より受画したものである。赤外データは地表面の温度分布を表わすので、温度の低い雲・陸地が白、温度の高い海が黒となって現われる。一方可視データは太陽の反射光を検出するので、太陽の当たっていない西の方は黒となっている。第13図(a)中央に日本列島が認められ、その西に沿海州、中国東北部、朝鮮半島が見える。同図右上方の白い雲は日本列島を通り過ぎた低気圧で、西高東低の典型的な冬型の気圧配置を示している。日本海側の灰色の雲は北西の季節風とこの地域一帯の雪を表わしている。同図左下方にもう1つの低気圧が認められる。

4.4.5 ソフトコピー

本装置はレーザレコーダによるハードコピーと共はソ



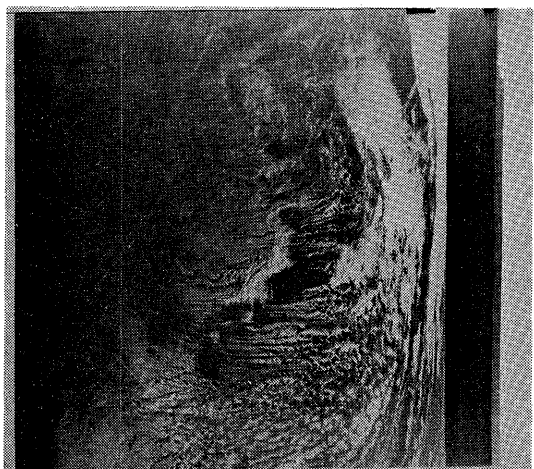
第11図 電流負帰還回路



第 12 図 レーザ・レコーダ



第 13 図 (a) 受信画像 (赤外データ)



第 13 図 (b) 受信画像 (可視データ)

フトコピーを得ることができる。

受信機で得られた画像信号をスライスしたあと、最大 4096×4096 の画像データにサンプリングし、蓄積管に XY モードで書き込む。画像データは蓄積管からモニタ TV に、TV モードで読み出されソフトコピー (第 14

図) となる。以下に蓄積管とモニタ TV の主要性能を示す。

蓄積管

ターゲット直径	1 インチ
解像度 (50% 変調)	1550 本
限界解像度	2700 本
記録速度 (1 ライン)	$5 \sim 10 \mu\text{s}$
消去時間 (全面)	33 mS
蓄積時間 (連続読み取り)	3 時間
中間調	64 steps

モニタ TV

解像度	700 本
走査線	525 本



第 14 図 ソフトコピー

4.5 録画・再生

録画は高級テープレコーダによる通常 4 チャンネルを使う。ハードコピーを何枚もとりたいとき及び A/D 変換してコンピュータに取り入れたいときに再生する。コンピュータに取り入れるときは通常再生速度を記録時の $1/5 \sim 1/10$ に落してコンピュータ (及び磁気ディスク又は磁気テープ) の速度に整合させる。

4 チャンネルテープレコーダ

チャンネル 1	画像信号
チャンネル 2	独立同期用信号
チャンネル 3	サンプリング用信号 (100 kHz)
チャンネル 4	マーカ

5. ま と め

本研究は本来小規模な地上局や船舶局を提供することを目指しているが、試作は中規模局相当のもので行なった。

ANT を $1.5\text{m}\phi$ 相当での受信画像も比較的良好な結

果を得ている。これによって船舶搭載の可能性も出て来た。又中規模局においては地図化（ポーラ・ステレオ変換等）も可能である。

この詳細な気象情報が航法上どうすれば役に立つものかは今後の専門家の御意見、御指導に負うところ大である。

本装置の研究試作に参考とした資料

(1) 無線工学ハンドブック

オーム社

- (2) 気象研究ノート 第 III 号 (1972) 気象庁
- (3) ITOS-D SCANNING RADIOMETER
AND VERY HIGH RESOLUTION
RADIOMETER INFORMATION [NOAA]
- (4) 米国における実用気象衛星計画 下保豊一
- (5) 3M 7771 CATALOG

(48 ページより)

PROCEEDINGS OF THE 2ND OMEGA SIMPOSIUM, WASHINGTON 1947 の目次 (つづき)

REPORT ON THE RESULTS OF MORE THAN FIVE YEARS OF TESTING MICRO-OMEGA, A FORM OF DIFFERENTIAL OMEGA - Allen L. Comstock, and William A. Rounion

HAND HELD CALCULATOR TECHNOLOGY APPLIED TO AN ADVANCED OMEGA RECEIVER - Bernard N. Gaon

DIFFERENTIAL OMEGA IN THE AIR TRAFFIC CONTROL ENVIRONMENT - H. Gilbert Miller

RECENT RESULTS ON PARAMETRIC ANALYSIS OF DIFFERENTIAL OMEGA ERROR - E.G. Baxa, Jr. and P.V. Piserchia

AN EVALUATION OF DIFFERENTIAL OMEGA FOR GENERAL AVIATION AREA NAVIGATION - Walter M. Hollister and Steven M. Dodge

STATE OF EXPERIMENTATIONS AND PROGRAM OF DEVELOPMENT OF DIFFERENTIAL OMEGA IN FRANCE - Georges Nard

ALTERNATIVE APPROACHES TO INTEGRATED AIRBORNE OMEGA/INERTIAL NAVIGATION - Daniel E. Gentry, Joseph A. D'Appolito and Joseph F. Kasper, Jr.

AIRBORNE OMEGA NAVIGATION SYSTEM INTEGRATION AND TEST - R.L. Fischer

MIX AND MATCH: A HYBRID OMEGA-INERTIAL AIRBORNE NAVIGATION SYSTEM - David E. Steybe

ERROR CHARACTERISTICS OF OMEGA-DERIVED VELOCITY - A. Clifford Barker

AN EMPIRICAL COMPUTED EVALUATION OF COMPOSITE OMEGA - Don Mactaggart

FLIGHT TEST OF ARN-99(V)2 OMEGA NAVIGATION SET IN F-4 AIRCRAFT - Edgar J. Smith

AIRBORNE ONS - A LOW COST ALTERNATE TO INS - Norman C. Dickerson, Jr. and William J. Judge

BINARY PHASE LOCKED LOOPS FOR OMEGA RECEIVERS - Kent Chamberlin

BINARY PROCESSING AND DISPLAY CONCEPTS FOR LOW-COST OMEGA RECEIVERS - Dr. Robert W. Lilley

DIGITAL PHASE PROCESSING FOR LOW-COST OMEGA RECEIVERS - Duncan B. Cox, Jr. Capt. Edwin V. Harrington, Jr., William H. Lee, and William M. Stonestreet

STATUS OF OMEGA STATION IN JAPAN - Kenji Moriwaki

SOLAR TERRESTRIAL PHYSICAL DISTURBANCES ON OMEGA FREQUENCIES AT HIGH LATITUDES: EXPERIMENTAL RESULTS - Kazuo Taguchi

ON OBSERVATIONS OF MODAL INTERFERENCE OF THE NORTH DAKOTA OMEGA TRANSMISSION - C.D. Lytle, and E.G. Baxa, Jr.

A COMPACTED GLOBAL CONDUCTIVITY MAP - M.J. Dick and E.R. Swanson

BLUNDERS CAUSED BY OMEGA PROPAGATION: SPA'S AND PCA'S - Eric R. Swanson

EVALUATION OF REAL-TIME ALGORITHMS FOR OMEGA PROPAGATION PREDICTION - Alex N. Beavers, Jr., Daniel E. Gentry and Joseph F. Kasper, Jr.



Record

電波航法研究会昭和 49 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 to Navigation During Japanese Fiscal Year 1974

Secretariat

Regular General Meeting

March 29, 1974: A regular general meeting was held at the council hall of the Maritime Safety Agency (MSA). Twenty-seven members attended the meeting and there were forty-two credentials.

Following were presented:

- (1) Reports on the activities of the Committee during the fiscal year 1973 were explained by the Secretariat and approved by the members as drafted.
- (2) Reports on the financing of the Committee during the fiscal year 1973 were explained by Mr. IJIMA, Chief Accountant, and the reports were approved by the members as drafted after the audit report was made by Mr. IWA-SA, Auditor.
- (3) As a result of the election to appoint new staff members, Prof. Toshitada MATSUYUKI of Toyo University was appointed Chairman again, and Mr. Minoru OKADA from Transport Ministry, Prof. Kazutami SHOJI of Tokyo University of Mercantile Marine and Mr. Koichi KIMURA of Electronic Navigation Research Institute, were re-appointed Vice-chairmen. It was decided that there would be two general affairs secretary members due to recent work increase and draft list of new other secretary members was approved.
- (4) The work plan of fiscal 1974 was presented by the Secretariat and approved by the members as drafted.
- (5) The budget plan for fiscal 1974 was presented by Mr. IJIMA, Chief Account, and approved by the members as drafted.
- (6) In accordance with the paragraph 4 of chapter 4 of the Committee regulation, Mr. Hiroshi

総 会

昭和 49 年度総会は、昭和 49 年 5 月 29 日 14 時から海上保安庁第一会議室において開催された。出席者 27 名委任状提出者 42 名であった。

1. 昭和 48 年度事業報告が事務局より行われ承認された。
2. 昭和 48 年度決算報告が会計幹事より行われ、会計監査岩佐作一氏の監査報告があつて承認された。
3. 昭和 49 年度の役員について、岡田高氏が仮議長となり選出が行われ、会長に松行利忠氏、副会長に岡田実氏、庄司和民氏、木村小一氏が再選された。各幹事については、事務局の事務量が近年急増しているため庶務幹事を 2 名とすることとし、他の各幹事及び会計監査については原案どおり承認された。
4. 昭和 49 年度事業計画について、事務局より説明が行われ、原案どおり承認された。
5. 昭和 49 年度予算案について、会計幹事より説明が行われ、原案どおり承認された。
6. 会則第 4 条第 4 項にもとづき。清野浩氏が会長よ

KIYONO was recommended as nominee member by Chairman.

Research Meeting

1. May 29, 1974: The first research meeting was held at the council hall of MSA. Mr. Seiji TOYODA from Tokyo University of Mercantile Marine gave a lecture on the subject, "Harbor Radar System in Europe." Thirty members attended the meeting.
2. July 23, 1974: The second research meeting was held at the council hall of MSA. Mr. Eiji MEGA of Nippon Electric Co., Ltd., Mr. Kiyoshi ANDO of MSA and Mr. Seiichi FUKATANI of MSA gave lectures on the subject, "Air Route Control System," "OMEGA Monitoring System in Japan" and "On the facilities of Omega Station, Japan" respectively. Fifty-eight members attended the meeting.
3. October 1, 1974: The third research meeting was held at the council hall of MSA. Mr. Koichi KIMURA of Electronic Navigation Research Institute, Prof. Tsutomu SUZUKI of University of Electro-Communications and Prof. Yukito IJIMA of Tokyo University of Mercantile Marine gave lectures on the subjects, "Recent Movement of Maritime Satellite", "Report of the fifth Maritime Satellite Expert Panel" and "Vessel Inductive Radar Course Beacon" respectively. Forty-three members attended the meeting.
4. December 2, 1974: The fourth research meeting was held at the council hall of MSA. Mr. Hiroshi SUZUKI of Tokyo University of Fisheries, Mr. Kazue WANAMI of Matsushita Communication Industrial Co., Ltd. and Mr. Motoji KAWANABE of MSA gave lectures on the subjects, "Report of IEEE International Marine Environment Engineering Conference OCEAN 74", "Report of Large Navigational Buoy" and "On the Composite Position Fixing System of NNSS and Loran-C (ρ - ρ mode)" respectively. Forty members attended the meeting.
5. January 29, 1975: The fifth research meeting was held at the council hall of MSA. Mr. Kenji MORIWAKI of MSA, Prof. Yukito IJIMA of Tokyo University of Mercantile Marine and Prof. Tsutomu SUZUKI of University of Electro-Communications gave lectures on the subjects, "On the Omega Symposium", "On the Navigation Control in Europe" and "Beam Compression Radar" respectively. Forty-seven members attended the meeting.
6. March 19, 1975: The sixth research meeting was held at the council hall of MSA. Mr. Sadao KAKIZAKI from Mitsubishi Heavy Industry Co., Ltd. gave a lecture on the subject, "On the Automatic Navigation System of Cabling Ship

り推せん会員に推せんされた。

研究会

1. 第1回研究会は、昭和49年5月29日総会に引き続いて開催され、東京商船大学豊田清治氏の「欧州のハーバーレーダシステム」と題する講演が行われた。出席者は30名であった。
2. 第2回研究会は、昭和49年7月23日14時から海上保安庁第一会議室で開催され、日本電気株式会社妻鹿栄二氏の「航空路管制システム」、海上保安庁安藤清氏の「日本におけるオメガ監視制御システム」、海上保安庁深谷清氏の「オメガ局の施設について」と題する講演が行われた。出席者は58名であった。
3. 第3回研究会は、昭和49年10月1日14時から海上保安庁第一会議室で開催され、運輸省電子航法研究所木村小一氏の「海事衛星の最近の動向」、電気通信大学鈴木務氏の「第5回海事衛星専門家パネルに出席して」、東京商船大学飯島幸人氏の「船舶誘導のためのレーダコースビーコン」と題する講演が行われた。出席者は43名であった。
4. 第4回研究会は、昭和49年12月2日14時から海上保安庁第一会議室において開催され、東京水産大学鈴木裕氏の「IEEE 国際海洋環境工学会議 OCEAN 74 に出席して」、松下通信工業株式会社和波衛身氏「大型航行援助用ブイ経過報告」、海上保安庁川鍋元二氏の「NNSS と LORAN-C (ρ - ρ モード) の複合測位システムについて」と題する講演が行われた。出席者は40名であった。
5. 第5回研究会は、昭和50年1月29日14時から海上保安庁第一会議室において開催され、海上保安庁森脇憲治氏の「オメガシンポジウムについて」、東京商船大学飯島幸人氏の「ヨーロッパにおける航行管制について」、電気通信大学鈴木務氏の「Beam Compression Radar」と題する講演が行われた。出席者は47名であった。
6. 第6回研究会は昭和50年3月19日14時から海上保安庁第一会議室において開催され、三菱重工業株式会社磯崎貞雄氏の「ケーブルシップ黒潮丸の航

KUROSHIO-MARU” and this was followed by a lecture given by Mr. Koichi EGUCHI of Japan Radio Co., Ltd. Titled “NOAA Meteorological Satellite Facsimile.” Thirty-five members attended the meeting.

Annual Inspection Trip

1. September 13, 1974: The members visited the new Tokyo International Airport in Narita which was under construction and looked for study the communications and aviation safety facilities, such as the control tower, IFR, Air-ground Communications, AFTAX, VOR/DME, ARSR, etc. Fourty-three members joined the trip.

Secretary Meeting

1. Secretary meetings for planning were held on April 26, June 25, August 16, October 21 and December 2, 1974 to make preliminary arrangements for the regular general meeting.
2. Editorial secretary meetings were held on July 23, October 21 and December 2, 1974 to discuss the editing plan, materials for the article, financing and operating principle in hyperholic navigation for the No. 18 issue of “Electronic Navigation Review”.

Specific Sub-committee

1. Other than 23 members who organized the sub-committee, KODEN Electric Co., Ltd., Japan Oil Co., Ltd. and prof. Tsutomu SUZUKI of Tokyo University of Electro-Communications joined the sub-committee members as a manufacturer, a construction company and a person of learning and experience respectively. Mr. Minoru OKADA left the sub-committee member owing to stress of work.
2. The specific sub-committee meetings were also held at the council hall of MSA on May 8 and June 11, 1974. After three meetings of the sub-committee had been held since 1973, the report was submitted to Director, Electronic Navigation Aids Division, MSA.

Publication of Bulletin

1. The Bulletins of JACRAN, “The Electronic Navigation Review” No. 17 and No. 18 were published in June and December 1974 respectively.

Member

The members admitted or seceded during fiscal 1974 were as follows;

法自動化システムについて」, 日本無線株式会社江口光一氏の「NOAA 気象衛星受画装置」と題する講演が行われた。出席者は 35 名であった。

見学会

昭和 49 年度見学会は, 昭和 49 年 9 月 13 日千葉県成田市三里塚を中心に建設が進められている新東京国際空港を訪問し, 管制塔, IFR, 国際対空通信, AFTAX, VOR/DME, ARSR 等の航空管制通信施設及び航空保安施設を見学した。出席者は 43 名であった。

幹事会

1. 企画幹事会は昭和 49 年 4 月 26 日, 6 月 25 日, 8 月 16 日, 10 月 21 日, 12 月 2 日に開催され, 予算案, 事業計画案の作成が行われたほか, 研究会のテーマの審議等が行われた。
2. 編集幹事会は, 昭和 49 年 7 月 23 日, 10 月 21 日, 12 月 2 日に開催され, 会誌「電波航法」第 18 号の編集方針及び双曲線航法運用指針の出版編集計画について審議された。

専門部会

昭和 48 年度に設けられたシーバース等に設備する船舶接岸速度計の技術基準に関する専門部会は, 前年度に引き続き開催された。

1. 前年度委嘱された 23 氏のほか, 接岸速度計の製造者として(株)光電製作所, 設置者として日本石油株式会社, 学識経験者として電気通信大学鈴木務氏が追加委嘱された。なお, 岡田実氏は業務多忙のため委員を辞退された。
2. 専門部会は, 昭和 49 年 5 月 8 日, 6 月 11 日海上保安庁第一会議室において開催された。昭和 48 年度から 3 回にわたる審議ののち, 答申書をまとめ, 海上保安庁灯台部電波標識課長に提出した。

会誌頒布

「電波航法」第 17 号が昭和 49 年 6 月, 第 18 号が昭和 49 年 12 月に発行された。

会員異動

昭和 49 年度における会員の異動は次のとおりであった。

Admission:

Corporate member; Matsushita Communication Industrial Co., Ltd.
 Nominee member; Mr. Hiroshi KIYONO
 (CONA Co., Ltd.)

入 会

正 会 員 松下通信工業株式会社
 推せん会員 清 野 浩 (コナ-株式会社)

Secession:

Corporate member; NANAYO Co., Ltd. TOA
 Domestic Air Lines Co., Ltd.
 Individual member; Mr. Seiko SUZUKI
 (Sumitomo Shoji Kaisha Ltd.)
 Special member; Mr. Yumio YONEZAWA
 (Marine Technical College)
 Mr. Hideo KIKUTANI
 (Shibaura Institute of Technology)

退 会

正 会 員 七洋電機株式会社
 東亜国内航空株式会社
 個人会員 鈴木清高 (住友商事株式会社)
 特別会員 米沢弓雄 (海技大学校)
 菊谷秀雄 (芝浦工業大学)

電 波 航 法

ELECTRONIC NAVIGATION REVIEW

昭和 51 年 2 月 25 日 印 刷 1 9 7 6
 昭和 51 年 2 月 28 日 発 行 No. 20

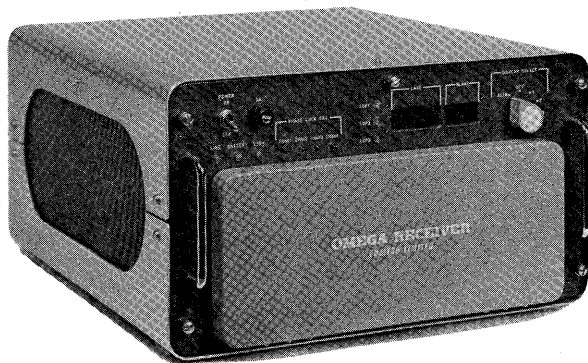
編 集 東京都千代田区霞ヶ関 2-1-3 運輸省 9 階
 発 行 海上保安庁燈台部電波標識課気付
 電 波 航 法 研 究 会
 Japanese Committee for Radio
 Aids to Navigation
 c/o Radio Navigation Aids Division
 of Maritime Safety Agency
 2-1-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
 Tokyo, Japan

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



高度な受信性能で 航海の安全を確保。

富士通F-11形オメガ受信機は、
米国のノースロップ社と富士通の
エレクトロニクス技術の粋を結集
した、信頼性の高い受信機です。
半永久的な寿命を誇っています。



特 長

- 優れた応答性 ●正確な位置測定(3LOP)
- バックアップ電池内蔵(停電時も安心)
- 操作は簡単 ●容易な保守点検

オメガ自動船位測定システムを構成できます
標準形オメガ受信機と当社の誇る電子計算機
とを組合わせた、自動船位測定システムも
完成しています。

富士通F-11形オメガ受信機

富士通株式会社 伝送無線営業部

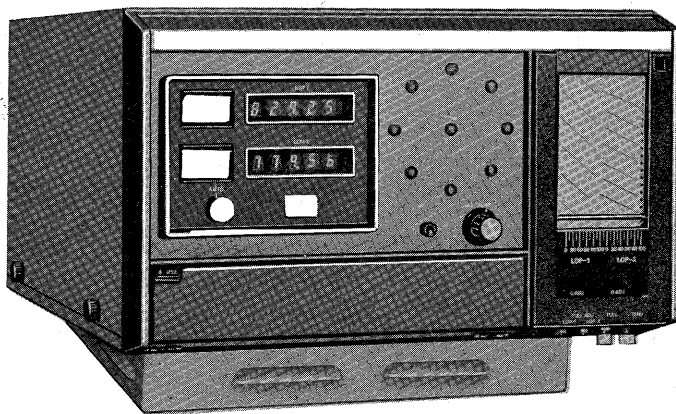
〒100 東京都千代田区丸の内2の6の1 ☎ (03)216-3211



小形・低価格・高性能を誇る

OMEGA-3

— NR 1021 —



■簡単で確実正確な自動セグメント同期
オメガの使用に際し最も大切なことはセグメント同期です。各オメガ送信局は厳密なタイムスケジュールにより逐次約1秒間ずつ電波を放射します。これらの電波を識別し、受信機内のクロックを正しく合せ、セグメント同期を正確にとることがきわめて必要で、もし同期にずれがあると雑音や隣の局の電波を測りこみ、大きな位置誤差をひき起します。NR-1005は米国海軍に最大の納入実績をもつノースロップ社の特許を使用し、きわめて簡単な操作で確実に正確な同期がとれ、したがって正しいLOPが測定できます。

■レーンスリップ防止の回路方式
オメガ受信機は電波の位相差を測定しますので、360°ごと(100センチレーンごと)の不確定性はさけられません。受信機で直接測定するのは、表示で云えば0~99センチレーンの値で、100をこえ则表示部で桁上げまたは桁下げを自動的に行ってレーン値を3桁または4桁であらわします。電波の断または強い障害などがこの桁送りの近くで起こりますと、正常な桁上げ桁下げが行なわれず、表示は1レーン(約10NM)誤差のある値を示します。これがレーンスリップで、オメガ開発当時大きな問題になったものです。ノースロップ社はこれに対し、独自の優れた防

止方式を開発し、オメガ3形にも全面的にこの方式を取り入れていますので、この厄介なレーンスリップはほとんど起こらず、常に正しい船位を求められます。

■最高の信頼性

オメガ受信機は出航時から入港するまで連続使用するものですから、ほかの電子機器にくらべ使用時間は非常に多くなります。したがって機器の寿命と信頼性はきわめて大切なことです。オメガ3形受信機は、エレクトロニクスの沖電気とノースロップ社が共同設計し、部品の1点に至るまで詳細にチェックを行ない、試作セットは双方で厳密なテストを実施して、高い信頼性と寿命を確認したものです。

●性能

受信周波数	10.2KHz
感度	0.01μV
ダイナミックレンジ	100dB
同期	選択した局に対し自動同期
表示	2LOP同時表示

測位精度	昼1哩、夜2哩
基準発振器	安定度 5×10^{-8} /日の基準発振器内蔵
所要電源	DC 12/24/32V 約50W
アンテナ	ホイップ形式 4m専用アンテナ(結合器付)
寸法(本体)	280(H)×375(W)×360(D)mm
重量	約20kg(本体) 4kg(アンテナ)

豊かな情報化社会をひらく

エレクトロニクスの
沖電気

◆ 沖電気工業株式会社

●お問合せは——官公庁営業本部 船舶システム課☎(03)454-2111(代)・沖海洋エレクトロニクス☎(03)455-3631(代)または支店・営業所まで