

ELECTRONIC NAVIGATION REVIEW

電波航法

JACRAN. 15

1973

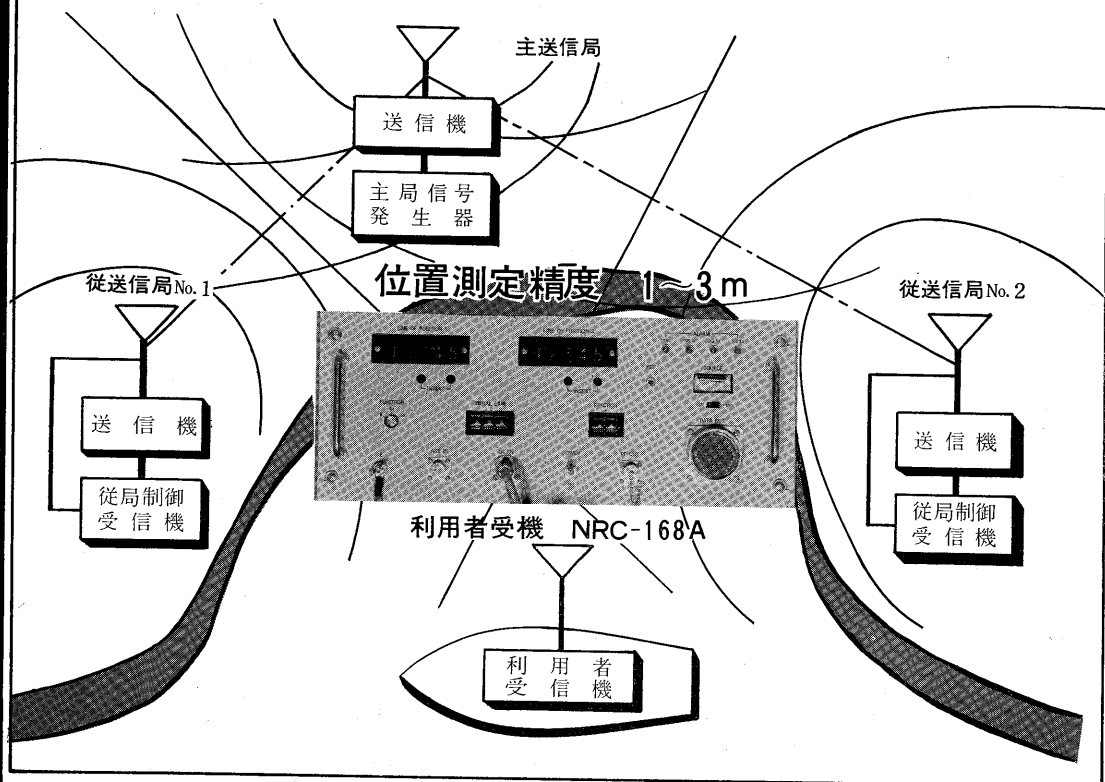
電波航法研究会 発行

Published by the Japanese Committee
for Radio Aids to Navigation

海洋開発・海洋調査に！

APOSIX

精密位置測定装置
JEN-2AC



APOSIXは世界で初めてデジタル自動制御方式を採用したJRCの超高精度位置測定システムです

用途

- 港湾の建設・保守用の測量船、浚渫船
- 海洋汚染調査船・海洋観測船
- 海底ケーブル布設船、パイプライン布設船
- 石油資源調査船・海底掘削船
- 船舶の運転性能試験
- その他海上で精密な位置測定を必要とする作業

世界の海に世界の船に

JRC 日本無線

東京都港区芝西久保桜川町25 第5森ビル
電話 東都 (591) (大代) 3451
大阪市北区堂島中1の23 堂島中町ビル
電話 大阪 (344) (大代) 1631
福岡・札幌・仙台・八戸・清水・名古屋
神戸・舞鶴・呉・広島・長崎・熊本・鹿児島

目次

CONTENTS

巻頭言.....	会長 松行利忠... (2)
Forewords	Toshitada MATSUYUKI

研究調査

Research and Investigation

救命用ガンダイオード発振器.....	飯島幸人... (4)
Gun Diode Oscillator as Life Saving Apparatus	Yukio IJIMA
カソードクロミック蓄積表示管 (カソクロ管) とその応用.....	宇野喜博... (11)
Cathodochromic Storage-Display Tube and Its Application	松田郁夫他 Yoshihiro UNO Ikuko MATSUDA et al.
水中音による魚群の誘致と威嚇について.....	鈴木裕... (15)
The Effect of Underwater Sound on the Luring and Netting of Schools of Fish	Hiroshi SUZUKI

展 望

Observation

衝突防止レーダの現状.....	木村小一... (19)
Present Status of Anti-collision Radars	Koichi KIMURA
第10回国際水路会議に出席して.....	川上喜代四... (31)
Attending the 10th International Hydrographic Conference	Kiyoshi KAWAKAMI
ロンドンとワシントンに旅して.....	藤井弥平... (34)
The Report of Travel to London and Washington	Yahei FUJII

新製品紹介

Introduction of New Products

JEN-2ACA APOSIX (精密位置測定装置).....	日本無線株式会社... (38)
APOSIX (Accurate Position Fixing System) Model JEN-2ACA	JAPAN Radio Co., Ltd.
船舶用衝突予防装置 “CAS-1”.....	株式会社東京計器... (41)
Collision Avoidance System Type CAS-1	Tokyo Keiki Co., Ltd.

FOREWORD

President Toshitada MATSUYUKI

1972 was the most unfortunate year for our Japanese aeronautical society. In June, a DC-8 plane of JAL clashed against the earth just before landing to New Delhi Airport, India, and most passengers and crews became its victims. Again in November, in less than 6 months from the former accident, another DC-8 plane of JAL smashed to the outskirt of Moscow Airport, USSR, and many passengers and crews were instantly killed or seriously wounded. Although both accidents occurred at the time of take off and landing and pilots' mistake is possibly being argued, we who are more or less concerned to the promotion of the navigation safety through electronics cannot overlook these occurrences.

Maritime and air navigation is, as is generally known, the technique of proceeding "the road without the road" safely and securely to the destination in the shortest time. So, it is a very difficult procedure which, if only one misoperation were executed, it would have been resulted in a huge damage of lives and properties. Hence it is not too much to say that this comes to the first place in a sense of requiring sophisticated science and refined skill.

Our Japanese Committee for Radio Aids to Navigation is conducting researches to offer any assistance in both sides of operation and technique for loosening burdens of these people directly engaged in navigation, and prevent the possibility of accident beforehand. I think we must be determined to do our best in this field and look forward that this new 1973 will bring us a calm sea and tranquil air. Here I do hope all members' good health and contribution.

巻 頭 言

会 長 松 行 利 忠

昨年わが国の航空界にとって、稀有の災厄の年であった。すなわち6月には日航のDC-8型機が、印度のニューデリー空港への着陸直前に大地に激突、多くの犠牲者を出したのであるが、それから半年を経ずして、さらに11月にはソ連のモスクワ空港において、再び日航のDC-8型機が、今度は離陸直後に墜落、またまた多くの死傷者を出した。両事故とも離着陸時であり、また多分に乗員のミスとされているとはいえ、われわれ電波航行安全という問題と取り組んでいる者にとっては、大きな関心事たらざるを得ないのである。

海にしても空にしても、これを航行するというのは、いわば道なき道を進みつつ、最短時間に、安全確実に、目的地に到着せよというのであるから、誠に難かしいわざであり、しかもただ一つのそでがたちまち大切な人命、財産の損害につながるというのであって見れば、正に科学力と人力との頂点に位する問題といっても過言ではなからう。

わが電波航法研究会は、電波の面でいささかでもこれに手をさし延べ、技術と運用の両面で、直接その任務に携わる人人の負担を軽減し、災いを未然に防がんとして、研究を続けているのであって、この際一層の努力を誓い、少なくとも新らしい昭和48年だけでも、平穩無事、明るい海と空の年たらしめたいと祈るものである。会員各位の御健闘を期待する。

研究調査

Research and Investigation

救命用ガンダイオード発信器

東京商船大学* 飯 島 幸 人

Gunn Diode Oscillator as Life Saving Apparatus

Tokyo University of Mercantile Marine*

Yukio IJIMA

1. ま え が き

海上における遭難救助の場合、泳いでいる遭難者はレーダ反射面積が小さく、かつ有効高が低いことからレーダによる発見はほとんど不可能であって、専ら目視によっているのが現状である。したがって発見できる距離は至近に限られてしまうが、夜間、霧中あるいは波浪中にあるのは至近距離においてさえ発見は困難となる。かの宇高連絡船の紫雲丸事件や大型欠陥船で問題となっているカリフォルニア丸事件のように、救助船が来合せておりながら多くの人命を救助できない場合が多い。このようなときにレーダによって遭難者を発見できる手段さえあれば犠牲はもっと少なくし得たであろう。遭難者をレーダにより早期発見できるような装置の開発は極めて重要で急を要する問題である。

従来マイクロ波の利用のためには高電圧、大電力電源と高級なる装置を要し、また容積重量が大きくなるので、救命用のような簡単に利用できる発振器は考えられなかった。しかし固体素子により簡単にマイクロ波が発振できるようになった現在、それを救命用として利用できる可能性がでてきた。中でもガンダイオードは印加電圧も低く、MICにより小型軽量の発振器ができるので、人体に装着する救命用マイクロ波発信器として適当であろう。

このような観点からガンダイオードを利用したマイクロ波発信器を試作し、実用品としての設計基準となる基礎条件を見出すための研究と、実用の可能性をさぐるためのフィールドテストを行ってきた。その結果、以下に述べるように、ほぼ実用化し得るのではないかとの見透

しがついたので報告する。

2. 発信器の設計概要

2.1 一般レーダの仕様とガンダイオード発信器の設計基準

ガンダイオード発信器の信号が一般の船用レーダに受信されるためには、発信器の特性をレーダの仕様に一致させなければならない。現在一般に使用されている船用レーダの仕様に対して、発信器の設計基準をどの程度に選べば適当であるかを表1に示した。この基準値はできるだけ条件に厳しく選ぶ方向で考慮してあるので、普通のレーダに関してはもっと楽な設計とすることができるが、以下この基準値を基として話を進める。また以下で用いる記号もこの表中のものをを用いることとする。

2.2 揺動繰返し周波数について

一般の船用レーダの使用周波数はレーダによって多少の相違があり、その幅は 9375 ± 30 MHz の間に殆んど入っているのが現状のようである。したがってガン発信器としてはこの帯域をカバーするように周波数の揺動をしないとすべてのレーダに受信されないことになる。またレーダアンテナは特定の回転数で回転しているので、レーダビームが発信器に向いている間に、必ずそのレーダ周波数で発振するような関係で揺動が行なわれなければならない。揺動周波数があまり小さいとレーダアンテナが発信器に向いている間に、そのレーダ周波数を発振しないこともある。最低1スキャンに1回信号が受信されるような揺動繰返し周波数が最小値であって f_{rmin} とする。

1) 繰返し周波数の最小値, f_{rmin}

* 東京都江東区越中島 2-1-6 (No. 1-6, 2 chome, Ethyujima, Koto-ku, Tokyo)

表 1 レーダ仕様と設計基準値

仕 様	記 号	船 用 レー ダ	ガン発振器設計 基 準 値	摘 用
アンテナ回転数	N	15~20 RPM	20 RPM	
ビーム幅	θ	$1^\circ \sim 2^\circ$	1°	
パルス繰返し数 周期	$\frac{fp}{T_P}$	1000~2000 Hz 1~0.5 m sec	1000 Hz 1 m sec	
パルス幅	τ	0.1~0.6 μ sec	0.1 μ sec	
周波数および許容幅	$F, \Delta F$	9375 $\pm$ 30 MHz	9375 $\pm$ 30 MHz	但しレーダ電波として9320~9500 MHz が配分されているので 9385 $\pm$ 60にした方がよいかも知れない。
中間周波帯域	B_I	$\approx$ 10 MHz	5 MHz	
ビデオアンプ帯域	B_v	$\approx$ 6 MHz	2.5 MHz	
レーダがゲートを開いている時間	t_g	$12 \times R \mu$ sec		R は使用レンジ (哩)

レーダビームが点目標をスキャンする時間 t_s は

$$t_s = \frac{\theta}{360} \cdot \frac{60}{N} \text{ [sec]} \quad \dots\dots (1)$$

≈ 8 mS (但し表 1 の値を用いた場合)

である。この間にレーダは 8 回パルスを発射し、受信器は 8 回受信ゲートを開く。その受信ゲートを用いている時間 t_g は使用レンジを R 哩として

$$t_g = 12 \times R \text{ } [\mu\text{S}] \quad \dots\dots (2)$$

したがって t_g の間に 1 回だけ受信される場合、すなわち繰返し周波数を $1/t_g$ とすれば信号は各受信ゲート毎に受信され、レーダビーム中では 8 回の受信が行なわれることになる。いまこの 8 回の受信ゲートの中のどれかに 1 回だけ受信される条件を $f_{r \min}$ とする。パルス繰返し周期 T_p に対して T_r の揺動をすると、 n 回目の揺動に対しては $(T_p - nT_r)$ だけ揺動に対してゲートが開く時間にずれを生じてくる。このずれが $T_r/8$ であると丁度 8 回のゲートで 1 つの周波数揺動をカバーすることになる。しかるに $T_r/8$ は 1 つのゲートが開いている時間内になければならないから

$$T_p - nT_r = T_r/8 < t_g$$

$$\therefore T_r(8/(8n+1)) \cdot T_p < 8t_g \quad \dots\dots (3)$$

いま T_p を 1 m sec とすると、

$$R=2 \text{ 哩のとき } t_g=24 \mu \text{ sec}, 8t_g=192 \mu \text{ sec}$$

$$n=5: T_r=8/41 \text{ m sec} > 192 \mu \text{ sec} (5.1 \text{ KHz})$$

$$n=6: T_r=8/49 \text{ m sec} < 192 \mu \text{ sec} (6.1 \text{ KHz})$$

$$R=4 \text{ 哩のとき } t_g=48 \mu \text{ sec}, 8t_g=384 \mu \text{ sec}$$

$$n=2: T_r=8/17 \text{ m sec} > 384 \mu \text{ sec} (3.1 \text{ KHz})$$

$$n=3: T_r=8/25 \text{ m sec} < 384 \mu \text{ sec} (2.1 \text{ KHz})$$

のようになり、2 哩レンジで使用中 $f_{r \min}$ は約 6 KHz、4 哩レンジでは 3 KHz となる。

2) 繰返し周波数の最大値, $f_{r \max}$

つぎに揺動繰返し周波数を大きくしてゆくとレーダアンテナが発信器を向いている間に何回も信号が受信されるようになるが、各 1 回の信号の受信時間が短くなってゆく、すなわち受信パルス幅が短くなる。これはパルスの含むスペクトルの面からみると、スペクトル幅が広がることを意味し、このスペクトルの拡がりが増幅器の帯域に等しくなるときがパルス幅の最小として、これより揺動繰返し周波数の上限 $f_{r \max}$ を求めてみる。最小パルス幅 $t_{v \min}$ はフーリエ展開から

$$t_{v \min} \approx 1/B_v = 0.4 \mu \text{ sec} \quad \dots\dots (4)$$

と近似して、図 1 の関係から

$$f_{r \max} = \frac{1}{t_r} = \frac{B_I}{t_{r \min} \cdot \Delta F} \\ \approx 100 \text{ KHz} \quad \dots\dots (5)$$

となる。

したがって揺動繰返し周波数 f_r は

$$6 \text{ KHz} < f_r < 100 \text{ KHz} \quad \dots\dots (6)$$

を満足すればよい。

3) 揺動繰返し周波数の最適値

(6) 式の範囲内で揺動繰返しの周波数の最適値を求めるために、PPI 上での信号映像の大きさを検討してみる。

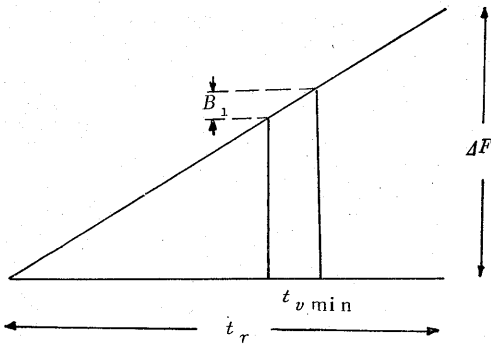


図 1 揺動周期と受信パルスの関係

レーダの各スイープにおいて受信ゲートが開いている時間は、2 哩レンジで $24 \mu\text{sec}$ 、10 哩レンジで $120 \mu\text{sec}$ である。したがって揺動繰返し周波数が 100 KHz である場合には、2 哩レンジでは 1 スイープの間に 2.5 個の信号が、10 哩レンジでは 12 個の信号が受信されることになる。しかし何れの場合もビデオパルス幅は $0.4 \mu\text{sec}$ である。各レンジにおいて $0.4 \mu\text{sec}$ の幅のパルスが PPI 上で占める映像の大きさを求めてみると (CRT 半径を 15 cm と仮定して)、2 哩レンジで 2.5 mm 、10 哩レンジで 0.5 mm となる。CRT の最小スポット径を 0.5 mm とすると 10 哩レンジ使用の場合は映像が最小スポット径程度となり、雑音や干渉波と見分けがつきにくくなる。信号を見易くするためには 10 哩レンジで 1.5 mm 位にはしたい、この場合は揺動繰返し周波数が 33 KHz となる。 33 KHz とすると 1 スキャンの信号数は 2 哩レンジで 6 個、10 哩レンジでは 32 個となって映像の監視上からも問題はない。

2.3 信号到達距離

ガン発信器からのレーダ受信電力 S は無指向性アンテナから放射されたものとして次式によって求めることができる。

$$S = \frac{PA_r}{4\pi R^2} \cdot 4 \sin^2 \left(\frac{2\pi h_1 h_2}{R\lambda} \right) \quad \dots\dots (7)$$

ただし

P : ガン発信器出力

R : 距離

A_r : レーダアンテナ有効受信面積

h_1, h_2 : 発信器およびレーダのアンテナ高

λ : 波長

(7) 式を用いて距離と受信電力との関係を求める図表が図 2 である。(7) 式は R が小さいうちは S は極大、極小を繰返ししながら R^{-2} に比例して減少するが、 R が大きくなると

$$\sin^2(2\pi h_1 h_2 / R\lambda) \approx (2\pi h_1 h_2 / R\lambda)^2$$

と近似できるので、 S は R^{-4} に比例して減少するよう

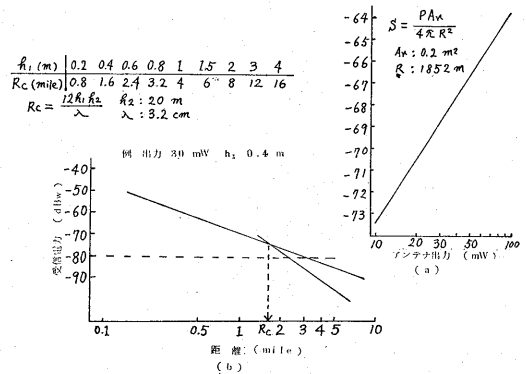


図 2 探知距離を求める図

になる。 S が R^{-2} から R^{-4} になる点を変曲点 R_0 と呼ぶ。図 2 により信号到達距離は次のようにして求められる。

- (a) のグラフにより発信器出力に対して 1 哩の距離における受信電力を求める。
- (b) のグラフの 1 哩の距離に i) で求めた受信電力をとり、この点から R^{-2} に比例する線を引く。
- 表よりガンダイオードが発信器高さ h_1 により変曲点 R_0 を求める。(ただしレーダアンテナ高さを 20 m と仮定した)
- ii) (b) で引いた R^{-2} の線上で R_0 の距離の点から R^{-4} に比例した線を引く。
- この R^{-4} に比例する線と $S = -80 \text{ dBm}$ の交点における距離が信号到達距離となる。(レーダ受信可能最少電力を -80 dBm とした)

図では一例として発信器出力 30 mW 、その高さ 40 cm の到達距離が 2.4 哩となることを示してあるが、もし発信器高が 1 m になれば到達距離は 3.4 哩と延びるであろう。

3. マイクロ波回路

今回試作された発信器の構成を図 3 に示す。この回路は共振器、マイクロ波フィルタ、アンテナおよびフィーダより成り、これらのマイクロ波回路を構成する平面回路の基板は Rexolite 2200 (厚さ $1/16$ インチ、誘電率 2.62) を用いた。

周波数揺動のためにはガンダイオードのバイアス電圧を直接揺動させる方法と、バラクタを用いてこの印加電圧を変えることによって共振回路の共振周波数を変える方法があるが、前者は現状ではガンダイオードによって周波数変化に大きなばらつきがあり実用的ではないので、後述するように 90 MHz 程度の周波数揺動が可能である後者を採用した。

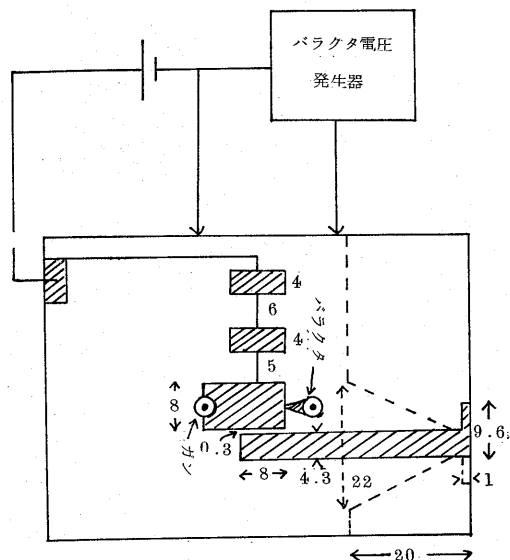


図 3 発信器の構成 (単位 mm)

4. 発信器の特性

4.1 ガンダイオード印加電圧に対する周波数と出力

ガンダイオード印加電圧に対する周波数特性および出力特性を図4に示す。この図は7個のガンダイオードをサンプルとして用いた。そのうち4個は -60 MHz/V 程度の周波数変化率を示すが、あまり変化しないもの、あるいは正の変化率のものもある。バイアス電圧に対する周波数変化率が大きくて出力電圧特性の平坦なもの、バイアス電圧を揺動させて周波数揺動を行うことができるが、図4に見られるように特性のそろわない現状では、この方法を実用化の場合に持ち込むことはできないので、後述するようにパラクタによる方法がよいと思われる。

4.2 温度に対する周波数と出力

ガン発信器を恒温槽に入れて周囲温度に対する周波数特性と出力特性を調べた結果を図5に示す。出力は温度によって大きな変化はないが、周波数については変化率の少ないものと2.4MHz/°C もの大きなものがあるが、一般に少なく見積っても1MHz/°C 位の変化率はあるものと思わなければならない。温度による周波数変化は、この発信器のような自然環境の厳しい条件下で使う場合は最も問題になるところで、何らかの温度補償の手段が講じられなければならない。

4.3 時間経過に対する周波数と出力

発信器に電源を入れてからしばらくの間はガ

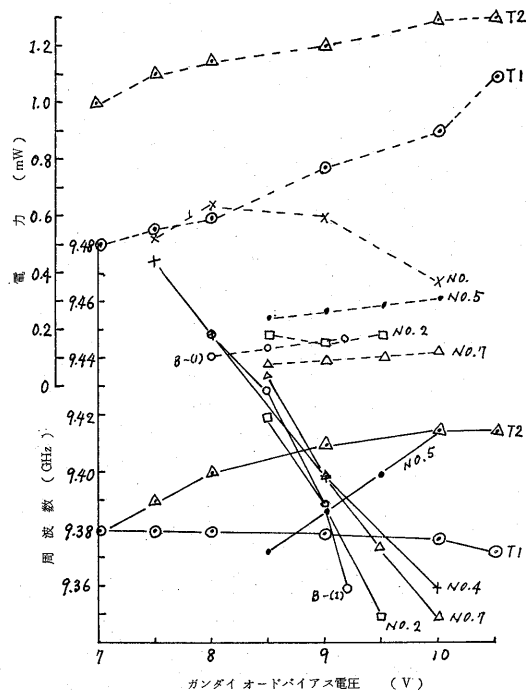


図 4 ガンダイオードバイアス電圧に対する周波数と出力

ンダイオードの温度が上昇するのでヒートシンクの温度が飽和するまで周波数が変化する。この様子を図6に示す。これについてもガンダイオードによってばらつきがあるが、周波数が着着くまでには何れも20分程度を要する。なお当然の事ながらファンで送風すると図の点線で示すように周波数変化は少なくなる。図の電力はファンのない場合の特性である。

4.4 アンテナ指向特性

この発信器のような目的に使用されるアンテナは水

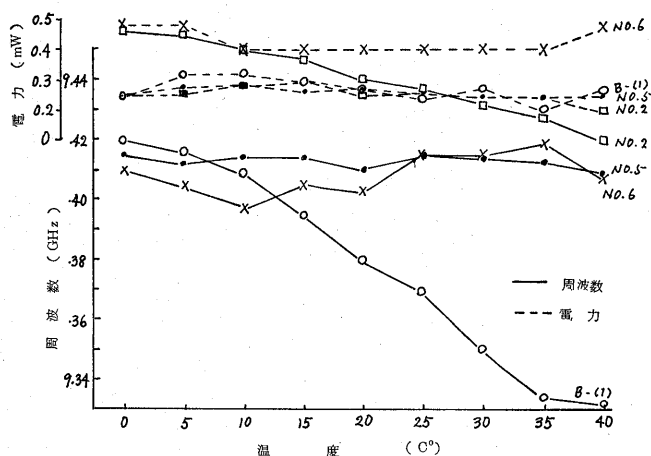


図 5 温度に対する周波数と出力

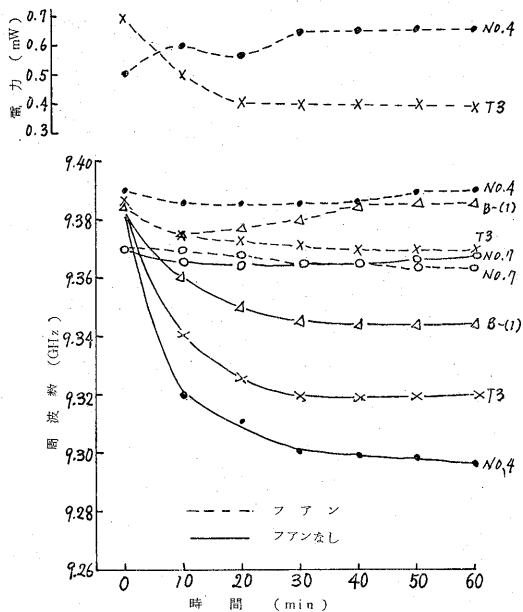


図 6 時間経過に対する周波数と出力

平, 垂直とも無指向性のものが最も望ましいわけであるが, 利得をかせぐために多少垂直方向の指向性を持たせることは実用上問題は起らないと思われる。図 7 は図 3 に示したダブルレットアンテナの指向特性である。指向性が複雑な形をしているのはアンテナ近くにヒートシンクや, 発振器本体などがあるためであろう。

5. バラクタによる周波数揺動

前述したようにガンダイオードのバイアス電圧の揺動による周波数揺動はガンダイオードによって特性が一樣ではないので, 実用化の場合はこの方法は適当ではない。本研究では図 3 に示すように共振器にバラクタを付加し

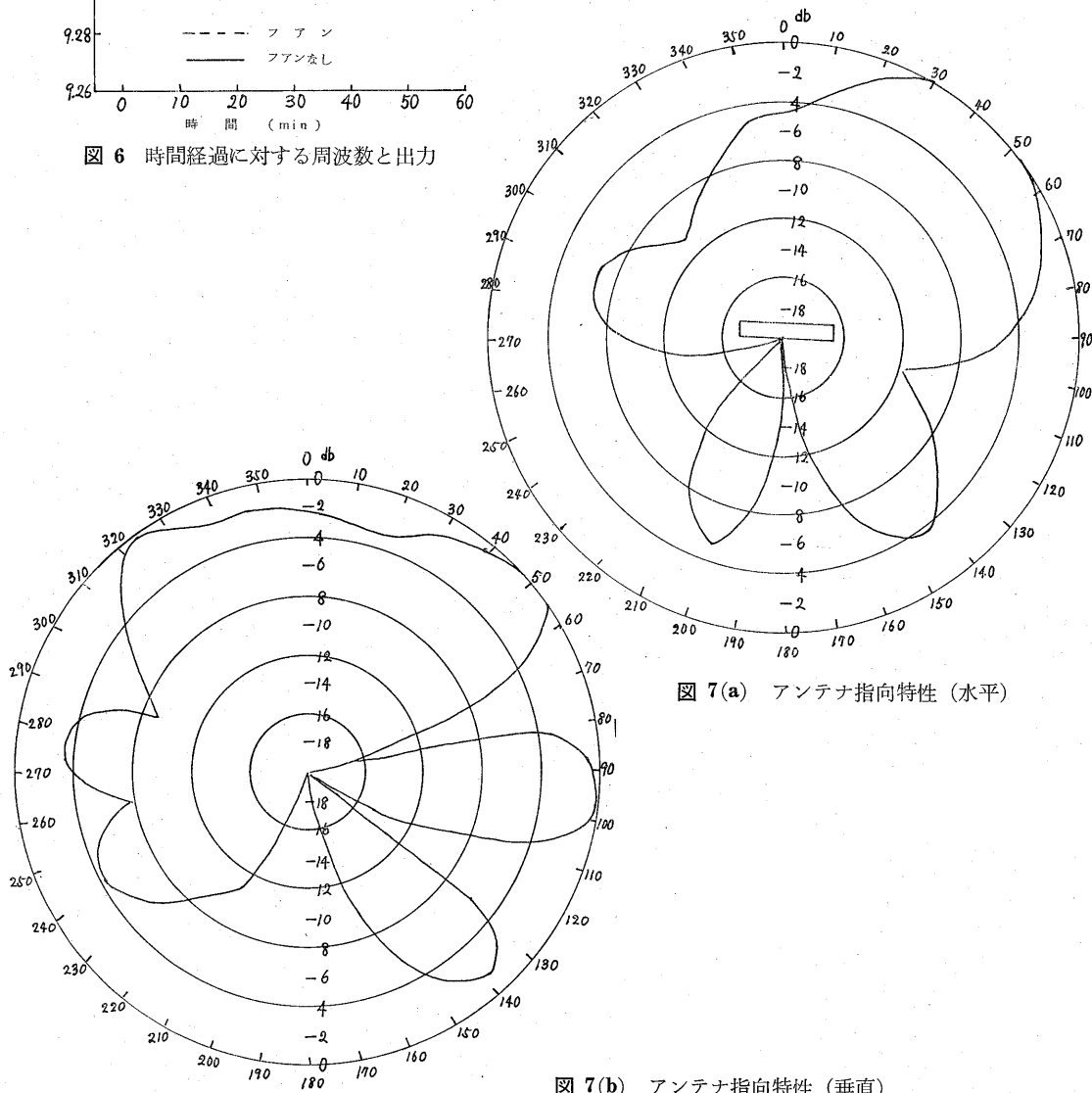


図 7(a) アンテナ指向特性 (水平)

図 7(b) アンテナ指向特性 (垂直)

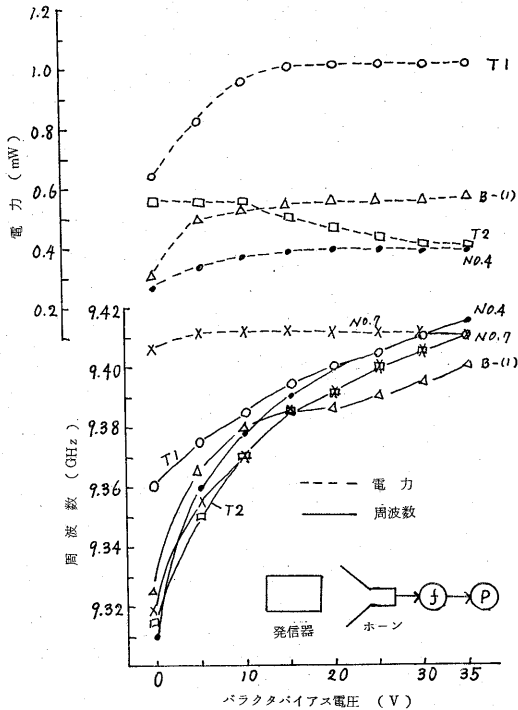


図8 バラクタによる周波数揺動

て、この印加電圧を変えることによって共振回路の共振周波数を変えて周波数揺動を行った。この揺動周波数幅が十分大きく、かつ出力変化が平垣ならば、温度特性による周波数のずれまでもカバーできるわけであるが、現状ではそれ程の周波数偏移幅は望めない。図3の回路によってバラクタで変化させ得る周波数は図8で見られるように 90 MHz 程度であった。

6. 海上実験結果

本器の海上実験は東京商船大学の富浦実験場にて数回行われている。ポート（海面上約 30 cm）に発信器を載せて海上を航走し、これを実験場のレーダ（アンテナ高 20 m）で受信した結果 3～5 哩程度の到達距離が得られている。レーダ PPI の映像は図9のようになり、その信号は発信器の方向を示すものである。発信器までの距離についてはわからないが、救命用という目的から簡単、小型なものを要求されることと、距離が5哩程度であることから特にトランスポンダにする必要はないと考える。

表2は昭和47年10月27日に行なわれた到達距離テストの結果である。このときは図3の回路からアンテナを多少改良し、ヘリカルアンテナを用いて、水平を無指向性、垂直を 25 度程度の指向性を持たせたものを用い

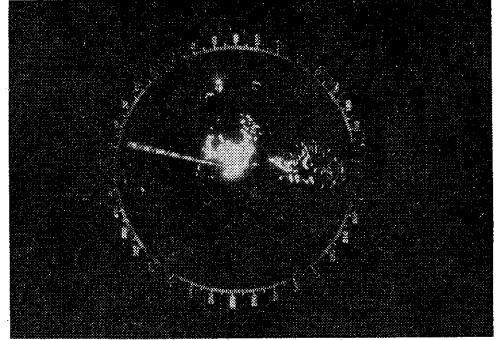


図9 ガンダイオード発振器の PPI 映像

表2 海上実験結果

距離	PPI 上の信号状況
0.4'	very good
0.9'	very good
1.8'	good
2.1'	感度が多少落ちてきたが good
2.3'	同上
2.8'	感度が大分落ちてきた。強い信号と弱い信号が交互に出るが毎スキャン毎に受信できる。
3.2'	3 スキャンに 1 回位しか受信できない
3.5'	3 スキャンに 1 回位かすかに現れる
3.6'	時々現れる

たが、3.6 哩の到達距離が得られた。

つぎに発信器を南無谷崎海岸（レーダより 1.65 哩）に置き、レーダ受信電力の測定を行った。その結果 70 mW の出力に対して受信電力は -67.5 dBm であった。また発信器に 3 dB の減衰器を入れたときは -72 dBm であ

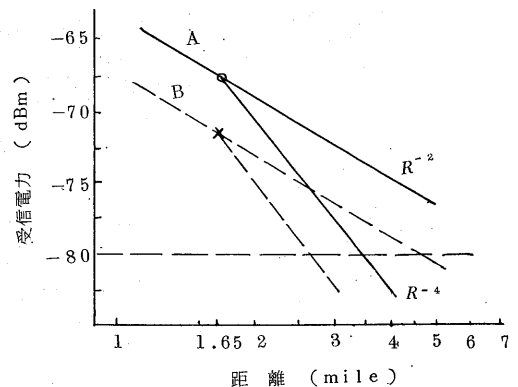


図10 海上実験による到達距離の推定

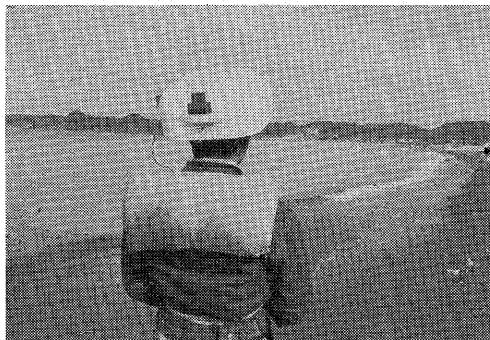


図 11 人体装着図

った。これを図 10 に掲げる。○印は発振器出力 70mW のとき、×印は 3dB の減衰器を入れたときのレーダ受信電力である。

このような条件の下において受信電力がレーダ方程式 (7) 式に従うとすると、実験場レーダアンテナ高 20m、ガン発信器アンテナ高 0.4m という図 2 の例題と同じ条件で、この場合の到達距離を求めてみると、変曲点 R_0 は偶然にも南無谷崎の 1.6 哩となるから、ここから R^{-4} に比例して受信電力は減少し、これが -80dBm になる距離を求めると、発振出力 70mW の場合は 3.5 哩となり、表 2 の海上実験結果と極めてよく一致する。

今後到達距離を延ばすには、発振出力を大きくするよりもアンテナ高を高くする努力をした方がよい。

このガンダイオード発信器の人体への装着はアンテナ高を高くする意味からもヘルメットに発信器をつけることになる。図 11 は海上実験のときの人体への発信器の装着の一例を示したものである。

7. あとがき

レーダに受信される救命用ガンダイオード発信器の研究とその試作装置について述べ、その海上実験の結果は所期の目的通り成加を収めたので、ほぼ実用化し得るのではないかとの見透しがついた。しかし本研究は未だ完成されたものではなく、続行中のもの中間発表の段階であって、実用品として世に出るまでには、ガンダイオードの品質のばらつき、温度特性の補償、電源など今後に残された問題は多い。これらの課題を一刻も早く解決し、海上の実務に従事している人々に、万が一の場合の救命の具を提供したいと考える。

謝 辞

本研究のために御指導頂いた東京大学電子工学科の柳井久義教授、同じく大越孝敬助教授、東京商船大学の茂在寅男教授ならびに庄司和民教授に深く感謝致します。

会 告

電波航法研究会会費規定の改正について

昭和 47 年 12 月 1 日付電航研第 47—10 号で招集いたしました臨時総会は昭和 47 年 12 月 19 日 15 時から海上保安庁会議室で開催されました。

当日の出席者 30 名、委任状提出者 48 名であり、電波航法研究会規約第 10 条第 4 項にもとづき本臨時総会は成立いたしました。

会計幹事より当会の運営経費の現状について詳細な説明を行ない、引き続いて出席者各位による質疑応答が行なわれた後、異議なく下記改正案のとおり可決されました。

電波航法研究会会費規定

電波航法研究会規約第 8 条により会費に関する規定を次のとおり定める。

電波航法研究会 会長 松 行 利 忠

昭和 47 年 12 月 19 日

1. 入 会 金

(1) 正 会 員 3,000 円 (2) 個人会員 500 円

2. 会 費 (年額)

(1) 正 会 員 1 口 8,000 円 (2) 個人会員 1 口 1,500 円

個人会員が会費 10 年分を前納したばあいは、じ後の会費を免除する。

3. 会費の納入期間

毎年 4 月 1 日より 9 月 30 日までの期間

4. この規定は昭和 48 年 4 月 1 日から適用する。

カソードクロミック蓄積表示管（カソクロ管）とその応用

松下技研株式会社，真空電子部*

宇野 喜博 松田 郁夫 花岡 康博
藤井 諭 齊藤 光男 吉越 百合子

Cathodochromic Storage-Display Tube and Its Applications

Matsushita Research Institute*

Yoshihiro UNO, Ikuo MATSUDA, Yasuhiro HANAOKA
Satoshi FUJII, Mitsuo SARITO and Yuriko YOSHIKOSHI

1. ま え が き

電子計算機やファクシミリ装置が，われわれの身近で生活に溶け込んだ形で利用され始め，情報化社会が始まったと言われている。これらの装置からは通常情報を1秒間30回以上ブラウン管上に繰返し表示するか，印刷物の形でとり出すが，表示面に適当な記録蓄積作用があれば，大きな記憶素子，広い帯域，高価な印画紙などを省略し，比較的簡単に画像情報を表示させ内容を確認するという目的を達することができる。

ブラウン管の蛍光面の代りに，アルカリハライドやソーダライトのようなカソードクロミック材料を塗布する形式の陰極線管は，電子ビームの照射により，スクリーン面に着色が生じ，これを照明光によって読取ることができる。この着色は，電子ビームを断った後も長時間保つことができる。これは，構造が簡単，安価，高解像力，十分な蓄積時間などと言った蓄積ディスプレイに対する要求を満す一つの方式を提供するものである。この度，カソードクロミック材料として，光消去型のソーダライトを用いた，直視型の画像蓄積表示管“カソクロ管”を開発し，特性，応用などについて検討した。カソクロ管は，蓄積表示を要求される各種の分野，例えば，レーダ表示，超音波映像表示，ファクシミリ，計測器等に応用することができるが，特にレーダに応用した場合には，明るく，ちらつきのない画面上に，明瞭な画像を表示できる上，過去5分間くらいまでの移動物体の航跡を表示することができるので，船舶等の衝突防止用レーダとして有効である。

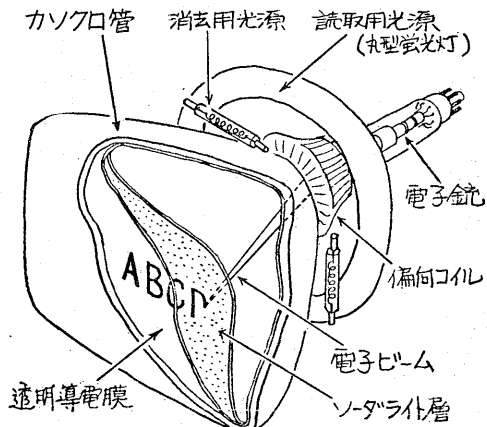
2. 蓄積表示管用材料について

物質に電子ビームを照射すると光吸収センタを形成して着色し，光又は熱を加えると元の状態に戻る現象は，カソードクロミズム（テネブレッセンスともいう）と呼ばれ，KCl，NaCl，などを始めとするアルカリハライド結晶群が有名である¹⁾。数年前より，ソーダライト（ $\text{Na}_6\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24} \cdot 2\text{NaCl}$ ）のもつF中心によるカソードクロミズム特性が注目され始め，米国やヨーロッパで活発な研究が続けられている²⁻⁷⁾。本報告の蓄積表示管（以後カソクロ管と称する）に用いている物質は，ソーダライトとノーゼライト（ $\text{Na}_6\text{Al}_6\text{Si}_6\text{O}_{24} \cdot \text{NaSO}_4$ ）との固溶体を形成させたもので，着色感度，消去性，電子管材料としての安定性などの点で一段と進歩したものである。この材料は電子ビームを照射することにより約550nmにピークを有する光の吸収特性を示し，白色光を照射すると着色部分はマゼンタ色（赤紫色に近い）に見える。着色を消す場合には光を当てるだけで良いことがこの材料の大きな特色であるが，熱によっても消去することができる。消去光は吸収特性とほぼ同じ波長特性であると理想的であるが，通常の蛍光灯，白熱灯等でも十分に目的を達することができる。

3. カソクロ管の構造と動作方法

直視型蓄積管とも呼ばれている在来型の蓄積表示管は，電子管内部に蓄積像を静電荷の形で蓄えるために複雑な構造のメッシュやターゲットを備えているので，製作上多くの制約を受けている。これに対してカソクロ管

* 川崎市生田字大谷 4890 (No. 4896, Ikuta Aza Ohtani, Kawasaki-shi)



第1図 カソクロ管の構造と照明方法

の場合には、電子ビームをソーダライト微結晶中にたたき込み、光の吸収特性を変化させるカソードクロミズム現象を利用しているために、構造上の制約は殆んどないといってよく、外光（読取光）を管内に導入しかつ内面の導電性を確保するために透明導電膜（ SnO_2 ）が管内面に用いられていること以外は、通常の白黒ブラウン管と類似している。このため、小型から大型まで各種のサイズや構造のものを容易に作るができる。

第1図にカソクロ管の基本的構造図と動作構成例を示す。ソーダライト層は、直径数ミクロンの粉末を、通常の白黒ブラウン管と同様の液中沈殿法によって、パネル部透明導電膜上に形成する。このように直径の小さい粉末を用いているために、電子管としての解像力特性はほぼ電子銃特性によって決定される。

ソーダライト層は、電子ビームがあたっても自らはほとんど発光しないので、外部照明光が必要である。第1図に示すように、スクリーンの後方より30W程度の丸形蛍光灯で照明すればスクリーンの面は一樣に明るく照明される。照明光源に電子調光器を組合せることにより、スクリーンの明るさを自由に変えることもできる。

スクリーン上の着色は照射される光の総量に応じた速度が次第に消えていく。上記蛍光灯の場合には5～15分後に消去されるが、短時間で消去する必要がある場合には更に強い光を必要とする。このため、第1図に示すように小型高出力の消去用ランプを別に設ける。この消去光の場合には、必ずしも背面から照射する必要はなく、正面から照射しても差支えない。

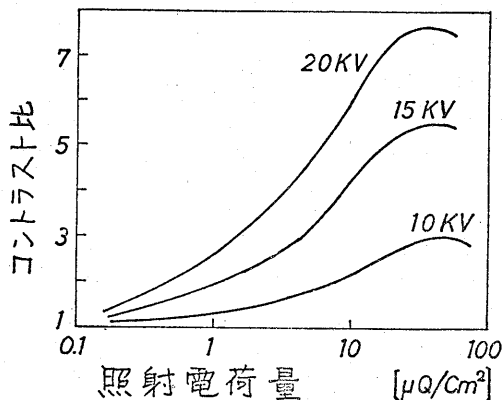
カソクロ管の駆動方法は通常の白黒ブラウン管と同様であるが、カソクロ管の場合電子ビームを照射した場所は暗くなるのに対して、白黒ブラウン管の場合には、電子ビームが当たると発光して明るくなることが根本的に異なる。つまり、これら2種の陰極線管の電子銃に同一の

映像信号を印加すれば、表示される像はネガポジの関係になる。文字、図表及びレーダ表示などの場合はそのままの映像信号でも観察上問題ないか、又はかえって有利にもなり得る。しかし一般映像の場合には、従来のシステムから信号を受けるときは、コントラストを反転し、白い部分は少い電子ビーム量で、暗い部分は多い電子ビーム量で書込むようにする。

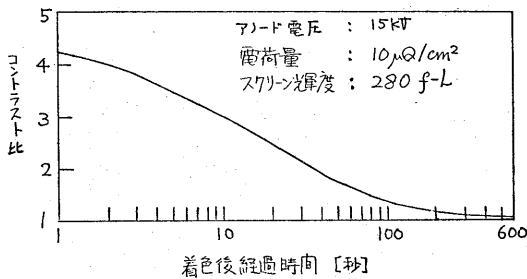
4. カソクロ管の特性

ソーダライトは電子ビームを照射されると約550nmにピークを有する吸収特性を示す。これは視覚的には黄緑色が吸収されることに相当するので、背面より白色光を照射すると、吸収されずに透過して来る光は残りの青紫及び赤色成分が混合したマゼンタ色（赤紫色に近い）に着色して見える。電子ビームの照射されない部分は、照明光がそのまま透過散乱されて白色に見える。

第2図にソーダライトの着色感度特性を示す。これは1cm平方を約0.1mmφの電子ビームで水平方向60Hz、垂直方向1秒で電子ビーム照射して着色した。コントラスト比は干渉フィルター（中心波長556nm、半値幅20nm）を用いて、着色中心波長における電子ビーム照射前後のスクリーン面透過光量比として求めた。第2図は、電荷量が少ない間は、コントラストは電荷量の増加と共に増すが、次第に飽和し、最高値を経て減少に向うことを示している。これは光消去型ソーダライトが、電子ビームの加熱作用によって熱消去されるためで、別の実験から150°C以上に加熱すると急速に熱消去されることが分っている。このため、高電荷量域のコントラストは、電子ビームの直径や走査モードによる影響を強く受けることになり、同一電荷量であっても、なぞり書きなど分割照射によって熱放散の時間を長くすれば、更に良いコントラストが得られる。また、コントラスト比が1から最高値までの間のハーフトーンも容易に表示するこ



第2図 ソーダライトの着色感度特性



第3図 ソーダライトの残像特性

とができる。

更に第2図からも分るように、電子銃の陽極電圧が高いほどコントラストは高くなり有利となるので、15～25 kV で使用するのが適当である。コントラストは、陽極電圧の約1.6乗に比例して増加する。

光消去型ソーダライトの場合には着色像を観察するための光の波長と、着色を消滅させる光の波長とが重なり合っているために、読取り動作中に照射される光によって着色像のコントラストは時間の経過と共に減少する。残像時間は、照射された全光量に逆比例する。また、強い光を照射して短時間に像を消去する消去動作は、非常に明るい照明光による、残像時間の極端に短い場合に相当するもので、上記読取光による消去作用と根本的に異なるものではない。

第3図に 280 f-L の照明光の場合の残像特性を示す。これは一例であって、通常の観察にはこれの 1/10 位の明るさで十分であり、その場合、残像時間は5～15分となる（部屋の明るさも関係する）。また、これの10倍位の明るさで照明すれば10秒程度で消去することができる。暗室内においても着色は次第に消去される（室温による熱消去）が、数時間は保存される。残像特性は照射光量だけで決めるものであるから、回路電源を切っても情報は蓄積表示され続ける性質がある。

5. カソクロ管の応用例

1) レーダ表示管への応用

現在のレーダ表示管は残光の輝度が低いうえに残光時間が短いために、表示画像の全体を視覚的にとらえることは熟練を要する。これに反して、カソクロ管をレーダ表示に利用する場合は、次のような種々の利点を生ずる。

a) 残像時間が長いために、船舶や航空機など移動物体の航跡が、過去5分間位までさかのぼって線状に表示される。したがって位置、速度、方向の認識が極めて容易である。地形図のように見易い形で表示される。

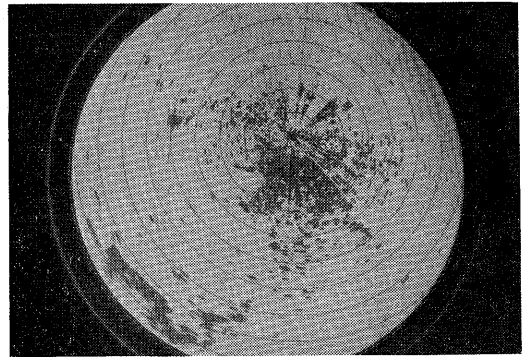


写真1 レーダ画像の表示例

（中心は日本橋三越デパート。左端下は千葉市及び市川市街、その間に東京湾上の船舶が航跡を引いて見える。）

b) スクリーン面の輝度が高くしかもちらつきがなく、通常の明るさの部屋なら問題なく使用でき、遮光フードなどは不要である。したがって、画像を多人数で同時に観察することも可能である。

c) 走査に対して相関ある信号分（ターゲットからのエコー）は繰返し重ね書きされるので濃く着色されるが、雑音（例えばレーダ干渉など）のように相関のないものは減殺されて薄くしか着色されない特色がある。

夜間の船舶用レーダとしてはスクリーン面の輝度が高いことは不利な場合もあるが、減光フィルタをスクリーン前面に接して置くことにより、任意の明るさに調整することができる。写真1にレーダ画像の表示例を示す。これは、東京日本橋三越デパート屋上にセットされたレーダ装置による表示例で、東京湾方面（左下側）を出すために中心位置をずらしてある。東京湾上には多くの船舶の航跡が認められる。

2) 特殊情報の画像化

超音波応用の表示装置（例えば、超音波診断装置、ソナー、魚群探知器など）…、X線やレーザ光線を走査して画像を表示する装置などには、上記レーダと同様に応用することができる。

3) ファクシミリソフトコピーの応用

ファクシミリなど数十秒～数分を要して1枚の画像を形成するものの表示にもカソクロ管を用いることができる。この場合、消去、再書込が自由にでき、ハードコピーを作る場合のような現象や定着操作による時間遅れなしに情報を読取ることができる。（写真2）

4) 計測器への応用

蓄積表示型オシロスコープへ応用すると、単発現象を記録表示することができる。

5) スキャンコンバータへの応用

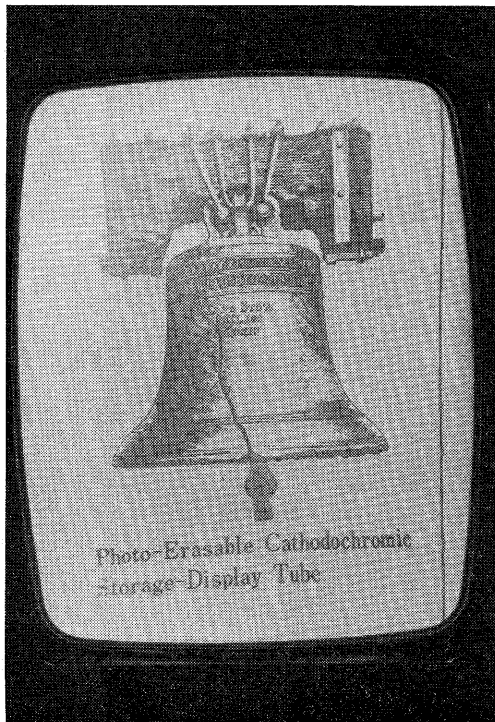


写真 2 ファクシミリソフトコピーへの応用例
(水平走査 60 Hz, 垂直走査 30 秒)

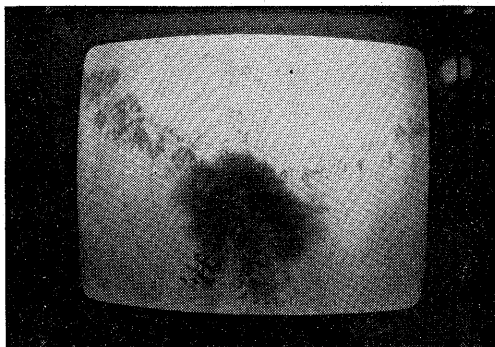


写真 3 走査変換への応用例
(レーダの PPI 方式から標準テレビ方式
に変換した例。中心附近の黒い陰は雨雲
をとらえたもの。)

画像情報を走査によって時系列信号に変換して伝送表示するシステムにおいては、1つの走査方式から、全く別の走査方式へと走査変換(スキャンコンバート)する必要がしばしば発生する。そのような場合、第1の走査方式による表示にカソクロ管を用い、その映像を第2の走査方式で動作されるカメラ(例えばテレビ

カメラなど)で撮像することにより容易に走査変換することができる。例えば、カソクロ管に表示されたレーダの PPI 表示(画面中心から放射状に走査表示する)をテレビカメラで撮像し、標準テレビ方式に変換して、通常のテレビジョン受像機によって受像することは極めて簡単で、実験の結果良好な画像を表示することができた。(写真3)

6) その他、将来の静止画放送の表示用やコンピュータディスプレイなど、多くの用途が考えられる。

6. ま と め

ソーダライトが示すカソードクロミズムを利用した画像蓄積表示管(カソクロ管)とその応用について述べた。一般の蓄積表示管と構造、動作原理を全く異にするカソクロ管は、解像力が良くハーフトーンを表現できる他、画面が明るくちらつきが無い。構造が簡単であるため安価になるなど数多くの特徴をもっている。

しかしながら、現在のカソクロ管はまだ初期の段階であり、ソーダライト材料の一層の改良進歩を含む電子管特性の向上と利用方法の工夫とが相俟って、応用例で述べたような用途のみならず、各種の情報装置に広く用いられるようになることを信ずる次第である。

最後に電子管開発や応用について日頃から御指導いただいている前田取締役、カソードクロミック材料開発を担当されている渡辺主幹研究員、竹田主任研究員他の当社電子材料部の皆様に深く感謝の意を表します。

参 考 文 献

- 1) 宇野・川上: National Technical Report, Vol. 16 No. 1, pp. 46-58, 1970.
- 2) D.B. Medved: Am. Mineralogist, Vol. 39, pp. 615-629, 1954.
- 3) H.F. Ivey: U.S.P. 2,752,521, 1956.
- 4) E.F. Williams et al.: J. Am. Ceram. Soc., Vol. 52, No. 3, pp. 139-145, 1969.
- 5) W. Phillips et al.: Proc. IEEE, Vol. 56, pp. 2072-2073, 1968.
- 6) M.J. Taylor et al.: Radio Electron. Eng. Vol. 40, No. 1, pp. 17-25, 1970.
- 7) W. Phillips: J. Electrochem. Soc., Vol. 17, No. 12, pp. 1557-1561, 1970.
- 8) P.T. Bolwijn: J. Appl. Phys., Vol. 43, No. 1, pp. 132-137, 1972.
- 9) B.W. Faughnan et al.: RCA Review, Vol. 23, pp. 273-295, 1972.
- 10) Y. Uno and H. Maeda: SID Symposium, 1972.

水中音による魚群の誘致と威嚇について

東京水産大学* 鈴木 裕

The Effect of Underwater Sound on the Luring and Netting of Schools of Fish

Tokyo Fisheries University*
Hiroshi SUZUKI

1. はじめに

魚群を水中音で誘致したり、威嚇したりして網の中へ誘導して漁獲しようとする場合、音は光にくらべて水中での吸収減衰率が著しく小さいので、きわめて有効である。特に、集魚灯を利用する漁法では、月明の夜には集魚効果がないことが多いのに対して、音を利用すれば月令には関係なくなるわけである。水中音を利用して漁業を行なうものでは糸満の追込み漁業……これはチェーンや鉄のリングをロープの先につけて、泳ぎながら海底に突き落したりあげたりしながら魚群を網の中へ追い込むもの……で威嚇の応用ともいえる。また、水面を竹竿でたたいて旋網の網口から魚を逃げないようにする方法、イルカを追うのに金属パイプをたたく方法などがあり、誘致と考えられるものとしては、タイを釣るのにドンブリと称するつりがね状の鉛製の器具を水中に落とし、結んである紐で引き上げる、いわゆるポッコ釣りがある。この音に引かれるためかタイは浮上してくるものである。カツオを釣るときに海水のシャワーを水面に撒くと長時間漁獲が継続するのも、水面の光の乱反射とも言われるがシャワーの音が大きな要素となっているのであろう。

ここでは筆者らがこれらの経験的な漁法を近代的な電気音響的方法に変換し能率よく漁獲できるよう研究するに必要な問題について述べてみたい。

2. 水中音の伝搬

指標点 x_1 における音響強度 I_1 、距離 x におけるものを I_x とすると、よく知られているように

$$I_x = \left(\frac{x_1}{x} \right) I_1 e^{-2\alpha x} \quad \dots\dots (1)$$

の式で水中音は減衰しながら伝搬する。

ここに α に減衰定数で

$$\alpha = 44f^2 / (4100 + f^2) + 0.0003f^2 \quad (\text{dB/km}) \quad \dots\dots (2)$$

$$\alpha = 0.22f + 0.000175f^2 \quad (\text{dB/km}) \quad \dots\dots (3)$$

など多くの報告⁸⁾⁹⁾があるが、魚群を誘致威嚇するのに必要な音はほとんどオーディオ周波数であるのでこの値は0と考えてよい。イルカのように超音波まで感知するものの場合は例外として扱うものとする。

3. 魚の聴覚の概要

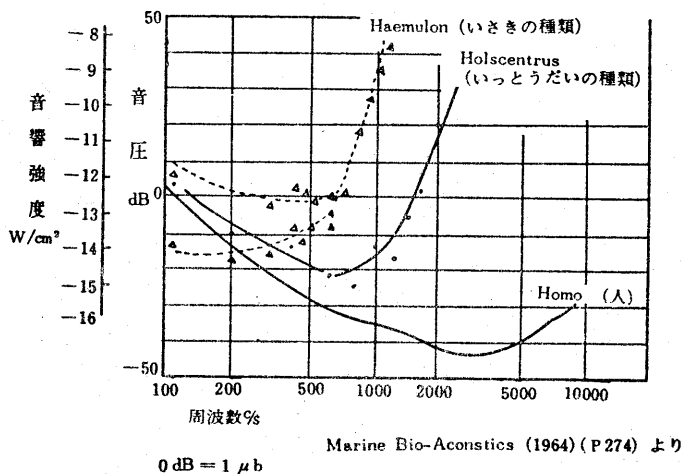
魚の耳は比較的によくて、低い音は側線で聞き、高い音は内耳で聞くものとされている。両者合わせると大分低い音、多分振動の状態から、最大 13,000Hz くらい聞くことができるものもあるが、一般に数千ヘルツまでは聞えているものと考えられている。第1図は一例としてイサキの類、イトウダイの類の聴覚域を示した。この図ではカーブの一番低いところの周波数の音が一番聞こえ易いことを示している。

第1表¹⁰⁾は水そう内で求めたもので爆発音で魚群を反応させるのに必要な音圧レベルを示している。魚群が音を聞いてただ反応する……少し尾びれなどを動かす、目の向きを変える……などの行動の変化が認められる音圧はきわめて小さいことがわかる。後に述べる誘致する音圧はこれに比べ著しく大きい。そして実験は海で行なっている。

4. 魚群を誘致威嚇するときに使用する音

魚群を誘致したり威嚇したりする場合に使用する音として考えられるのは、

* 東京都港区港南 4-5-7 (No. 5-7, 4-chome, Minato Minami, Minato-ku, Tokyo)



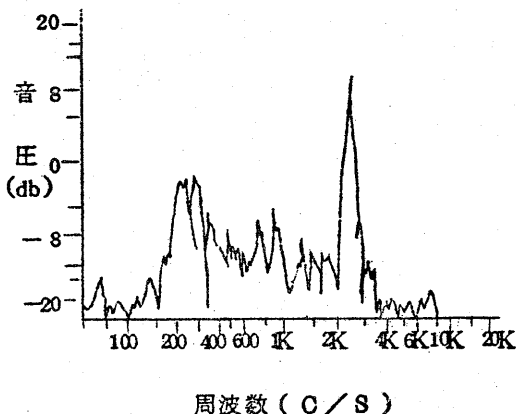
第1図 魚類の聴覚域

第1表 爆発音によって魚群を反応させるに必要な音圧レベル (吉野)

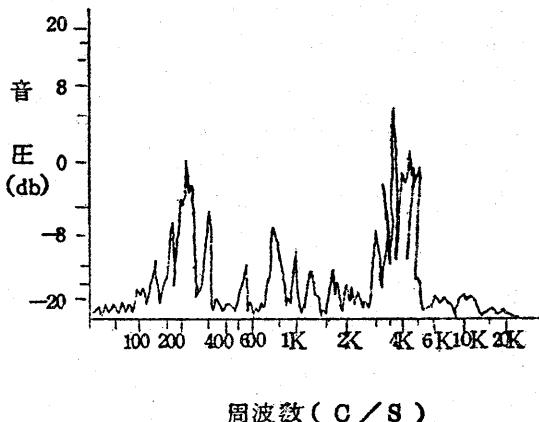
魚 種	反応に必要な音圧レベル (dB)	魚 種	反応に必要な音圧レベル (dB)
カタクチイワシ	-69	マアジ	-17
ブリ	-54	マサバ	-16
マダイ	-44	トラフグ	-14
ヒラメ	-44	ゴマカサゴ	-14
イシガレイ	-41	マハタ	-14
ホウボウ	-41	ミギマキ	-14
アイナメ	-18		

5. 水中音で魚群等を誘致した実験例

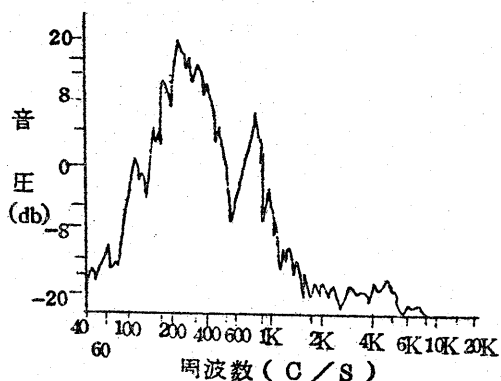
間庭は 500~7000 Hz, また新らしくは 100~3,000 Hz で平坦な特性を有する水中音放声装置を試作して魚群の誘致実験を行なった。コイについては、その遊泳捕食音で誘致でき、更に学習を受けているコイは船べりを木の棒でたたく場合の水中音で誘致できたり。ハマチは³⁾、その遊泳捕食音でイセスの中はもちろん、ブリ飼付漁場においても 50~80 cm の深さから水面近くまで誘致できた。反応する音圧は、水温 13.5°C のように低く海中騒音が 9 dB (0 dB... $1 \mu bar$ 以後同じ) の場合、イセスの中では約 17 dB, 漁場では 22°C のような適温で海中騒音が 2 dB の場合、約 5 dB であった。サバはイセスの中では 22 dB 以上の音圧で索餌行動を起した。銭洲漁場で 40~80 m の深さから、約 20 m, 時には 5 m の深さまで浮上させることができた。タイは、ドンブリの発す



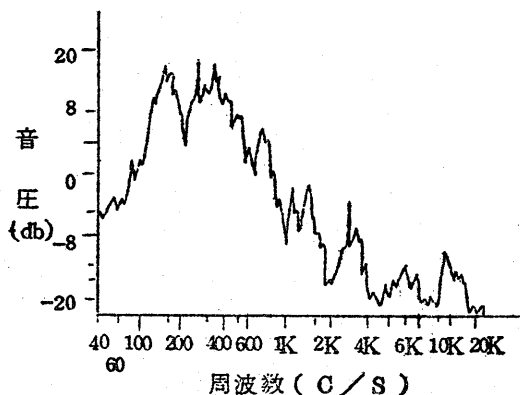
第2図 ハナゴンドウクジラの低ピッチの鳴音 (間庭)



第3図 ハナゴンドウクジラの高ピッチの鳴音 (間庭)



第4図 ニベの鳴音 (間庭)



第5図 ホウボウの鳴音 (間庭)

る水中音のみで誘致することができ、ズワイガニはその捕食音で索餌行動をはじめた。またイルカの鳴音によって魚群を定置網の中へ追い込むこともできた。

筆者の研究⁴⁾ではサバ (体長 19.7~28.3 cm のもの 220 尾) に対して音圧を定めて、遊泳捕食音を放声し、その音圧が 22~38 dB となると遊泳速度の増加、方向の乱れが生じ、えらぶたを開きながら索餌行動をとるようであった。放声を停止すると 2~3 分ですべての魚群は沈下した。また翌日の実験で音圧が 22~42 dB で水面から認められなかったが 30 dB で 3 分間放声を継続すると 5~6 尾のサバが放声器の 1 m まで接近した。餌料を併用した場合も効果が認められた。

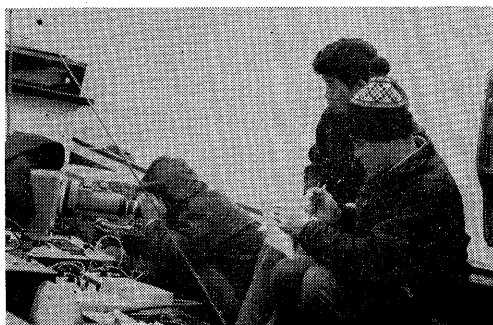
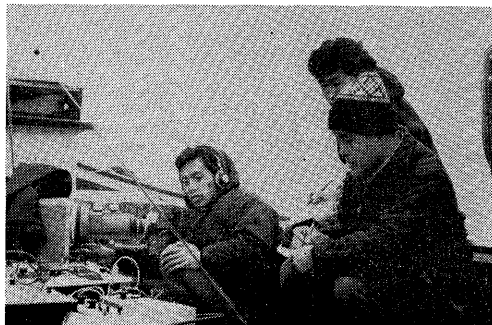
宮城県金華山付近のブリ漁場⁵⁾で、実験船が漂流中 200 Hz の連続音を放声して、それにブリ群が約 1 時間ついてきた。ブリの深さは 30~40 m でその音圧は約 20 dB であった。

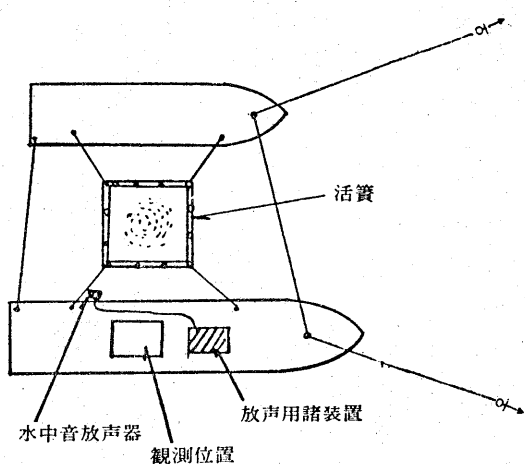
千葉県館山湾内においてボラは 150 Hz の連続で誘致されることが魚群探知機記録紙上で明らかとなった。

ヤマベ、カラフトマスについてカラフトマスの遊泳捕食音を水中に放声した場合、カラフトマスには顕著な変化が見られず、ヤマベに放声すると不規則な遊泳をしていたのが、一部放声器の方へ向かって泳ぐ傾向が見られた。

函館沖で 1969 年 12 月、イカに対して 600 Hz および 700 Hz の純音を断続させて放声して実験を行なった。放声後約 6 分でイカ群は約 40 m の深さまで浮上し、音圧 24 dB で表面近くまで浮いてきた。普通浮上したイカは針にかからないものであるが音で浮上したものはかかりが良かった。1~1.5 俵離れた他船より漁獲が良かった。

1971 年 7 月⁶⁾、日本海大和堆西方で夕刻、放声停止 15 分、船の後進スクルー音 15 分放声、600 Hz の断続音 15 分、停止 15 分、600 Hz の断続音を 15 分放声すると、船の後進音で約 2 倍、600 Hz の断続音でも約 2 倍の漁獲があった。夜間、集魚灯を併用して、船の後進音を 10 分停止 10 分、2 日分で計 100 分間の計数の結果、無音時 291 尾、放声時 450 尾と約 5 割増の漁獲があった。カツオ船のシャワーの音を放声すると約 3 割の釣獲の増加があった。種々の水中音を交錯させて実験する。停止、船の後進音、停止、ハマチ捕食音、停止、サバ捕食音、停止、シャワー音、停止、600 Hz 断続音等を各 10 分づつ放声すると、6 台の釣機で釣獲が 60~80 尾/10 分に安定し、特にハマチ捕食音と 600 Hz、5 秒断続音を放声した場合に好結果が得られ、無音時の 362 尾に対して、放声時 596 尾となり数字的には 6 割増の漁獲があった。また日出前には漁獲が減少するが、このときに放声して





第6図 イケスの布設と爆音の放声方法

も、これに打勝つほどの効果はないようである。

6. 魚群の行動に及ぼす航空機の爆音の影響⁷⁾

いままでは水中音で魚群を誘致する研究について述べたが、ここでは航空機の爆音が漁場の魚群にどのような影響を与えるかについて述べよう。筆者らは、空港近くの海中で爆音を録音し、これを予想される強さで水中に放声して、魚群の行動を観測した。

第6図はイケス内の魚群に対する影響を調べている場合の配置図である。種々の方法で録音した航空機の爆音に対する魚群の行動を観察し、つぎの結果を得た。

(1) 館山湾において 27 dB の漁船の水中騒音の放声によって、キビナゴ魚群は 2~3m 上下する。水槽中のカタクチイワシ魚群は放声によって遊泳速度がやや増加する。水族館におけるスズキ魚群は 48 dB の漁船音に感じて転回し、退避するのが観察できた。

(2) 蛍光集魚灯光に集魚したキビナゴ魚群に音圧 27 dB の爆音 (ジェット機が離陸し、高度 850 m に達した時の海面近くの水中音圧計算値) を放声すると、その瞬間 1~3m 程度沈降するが間もなくもとにもどり、大きな影響は認められなかった。

(3) イケスの中のカタクチイワシに 53 dB の爆音を放声すると、一時的に一団となってジグザグ状の運動を行ない、やや活潑となって遊泳速度が増し、かつ、わずかに浮上するが、10秒ほどで元の遊泳状態にもどるのが観察された。

7. おわりに

以上色々の場合について誘致と威嚇となる実験結果を

述べたが、ある種の水中音を適当な強さで発生させれば魚群は誘致され、また強い音圧で放声させれば威嚇になることも予想される。威嚇については 300 Hz を主音とする毎秒 3 回の金属打撃音を水中で 68 dB 発生させると、ボラは驚いて遠くへどんどん逃げていくという実験結果もある。誘致して網へ入れることも、威嚇して網の中へ入れることも、いずれも漁獲に連がるものであり、イカ漁の場合には、水中音の放声によってイカ群が活潑に上下動することが魚群探知機の記録からわかることから、イカ釣針に当るチャンスが多くなるためであり、1尾が漁獲されると連鎖的につぎつぎと漁獲される傾向にある。

今後、魚群を誘致するのにもっとも良い音を見出すこと、それは魚種により、漁場により多分変ることであろうし、更に、同一の音を長時間放声すれば慣れることも考えなければならないだろう。いまのところ、イカでは慣れることはないのが幸であるけれども、アジ、サバ、イワシなどはイケスの中などでは15分程度で音に慣れて反応が鋭くなる傾向にある。放声する音も、海中騒音が大きい場合には、それに応じて大きくしななければならないだろうが、海上が荒れている場合には、一般に波の音が大きく、これ以上の音を出すことは現在でも、相当の困難がある。

本文で述べた研究結果は水産庁漁船研究室間庭氏、芝浦工業大学橋本教授、野田助教授および筆者と協同研究で行なったものが多いのでここに記して謝意を表する。

参考文献

- 1) 橋本富寿・間庭愛信：音響による魚群の誘致威嚇に関する研究，漁船研究技報第19巻，第3号（1964）。
- 2) 間庭：海中生物による騒音および海中騒音の周波数分析について，日本音響学会講演論文集（1961）。
- 3) 間庭：水中音による魚群の駆集について，海洋生物の発音・聴音の生態シンポジウム講演予稿（1970）。
- 4) 鈴木裕：海産魚類に対して行なった放声実験について，同上（1970）。
- 5) 橋本・間庭・畠山・鈴木・野老山：音響による魚群の誘致威嚇に関する研究，日本音響学会講演論文集（1971）。
- 6) 鈴木・間庭・川口・小永井：イカ釣漁業における水中音放声の効果，日本水産学会講演要旨集（1972-4）。
- 7) 橋本・間庭・鈴木・野田：航空機騒音が漁業に及ぼす影響の調査報告，兵庫県企画部（1967）。
- 8) 超音波技術便覧，p. 618，日刊工業新聞社。
- 9) J. W. Horton: Fundamentals of SONAR, U.S. Naval institute (1957)。
- 10) 吉野鎮夫：航空機爆音の魚類生態への影響，p. 8。



Observation

衝突防止レーダーの現状

電子航法研究所* 木村 小一

Present Status of Anti-collision Radars

Electronic Navigation Research Institute*

Koichi KIMURA

1. はじめに

船舶用レーダーの出現のはじめから、その効用の一つとして他船との衝突の防止があげられ、その手段としてプロットングの必要性が強調されてきた。しかし、レーダーの普及が船舶相互間の衝突を減小させたかという点、残念ながら否といわざるを得ないのが実情であり、ここでは統計的な数字を示さないけれども、海上交通の輻輳も原因となって、衝突事故の数も増加し、また、レーダーがあるが故に霧中で速力の減小が余りないなどのために、事故の深刻化の傾向すら生じており、レーダー装備船同士の衝突もあとを絶たない。

近年、船の大型化、高速化の半面、省力化の傾向もまた大きな要望事項であり、いわゆる船の自動化というテーマでの研究開発が各方面で盛んに行なわれている。これは最近の電子技術の進歩、特に、電子計算機技術、デジタル技術大規模集積回路などの進歩によって、自動化がより信頼性をもち、かつ経済的に引合う形で実行が可能となりつつあることにも大きな原因がある。その自動化の一つの分野として、レーダーによる衝突防止、特に現在まで人手に頼っていたプロットングの省力化、自動化が行なわれるようになってきて、それが衝突防止レーダーの名のもとに出現してきたということができる。

ここでは、現在までに得られた情報をもとに、衝突防止レーダーをとく体系的に展望してみることとし、それぞれの装置のより詳しい内容はそれぞれの文献を参照願うこととした。

2. 衝突防止レーダーの分類

レーダーを使って相手船との衝突を防ぐ手順は (1) 相手船を発見し、(2) その相手船が自船と衝突する可能性はあるかどうかをまず大局的に判断し、(3) 衝突のおそれのある相手船の距離と方位を一定時間 (普通は 1/10 あるいは 1/20 時間である 6 分または 3 分を使う。これは換算が楽なためである) 置いて 2 回以上測定し、(4) 作図により相手船の動き (相対速力や真の速力) を求め、(5) 更に、その動きを未来に延長して、相手船が自船と最も接近 (Closest Point of Approach, CPA という) する距離とその時間 (T-CPA) とを求め、(6) それが危険な距離で交差するときは有効な避航の方法を求めて (試行操船)、これを実行する、ことになる。そして、ここで (3)~(6) がいわゆるプロットングと呼ばれる作図方法になる。

衝突防止レーダーは、このプロットングを何等かの形で自動化したレーダーであることは前述したとおりであるけれども、そのほか他船が一定距離内に来たことを音響信号によって警報することもこの自動化の中に含ませることもある。

航海者は相手船が自船と衝突のおそれのある船であるかどうかを、いわゆる相手船のアスペクト (相手船側で見たときの、その船首方位と自船の方位との間の角) によって判断をする。従って、レーダー画面上でそれが明らかになれば (3) 項に述べたように時間を置いての 2 回の観測の必要は減小するが、レーダー画面で船の形が見分けられるのは、ミリ波レーダーでもかなり近距離の映像のみ

* 東京都三鷹市新川 6-38-1 (38-1, 6-chome, Shinkawa, Mitaka-shi, Tokyo)

に限定されるので、相手船からの何らかの信号でそれを判別するようなシステムが出現しない限り、やはり、過去と現在との2回以上の観測は避け得られない。このように、過去のデータを何等かの形で記憶しそれを映像で表示して一目でアスペクトを判定するか、あるいは電子計算機で CPA や T-CPA を求めるための手法にはいろいろ考えられ、それが今日各種の衝突防止レーダを出現させているゆえんでもある。その過去のデータの記憶の方法を大別するとつぎのようになる。

- (a) CRT の映像面の残像によるもの。
- (b) 特に残像時間の長い映像管などを使用するもの。
- (c) CRT 上の特殊カーソルを過去の相手船の船位のところに残すもの。
- (d) 写真を利用するもの。
- (e) テープレコーダを利用するもの。
- (f) 電子計算機などのデジタル・メモリを利用するもの。

およびそれらの組合わせである。次節以降で、これらの実例を紹介して行すが、特に (f) の電子計算機のメモリを利用するためには、相手船の存在を雑音や陸地などの他の物標と区別してそれをとらえ、それを自動的に追跡しながらその座標位置をデジタルの形で記憶するという信号処理技術が不可避となる。

つぎに、自動化の程度である。前述の (1)~(6) を全く人手を使わずに行なうことも不可能ではないが、現在の装置ではその間に何等かの人手が介入するようになっているのが普通で、それはまた製品の価格という経済的な理由を伴っているということもできる。そのほか、表示の方法なども含め英国の F. J. Wylie 船長は何種類かの衝突防止レーダの比較をつぎのような項目について行なっている²⁾ので、ここでもそれらの観点を留意して比較をして行くこととしたい。

- (1) 航跡の記録(T)をするか、現在の速力をベクトルで表示(V)をするか。
- (2) それらは PPI に重複表示をするか、別の CRT を使用するか。
- (3) 要求に応じて航跡または速力ベクトルを画けるまでの時間
- (4) 自動追尾や特殊目盛を重さねる相手船の選択は全く不必要か、航海士が手で行なうか計算機が行なうかの別、および追跡可能隻数
- (5) 真方位指示と相対方位指示の切換時間
- (6) トルーモーションと相対運動を自船中心で指示できるかどうか。
- (7) 航跡によってエコーに妨害を与えるかどうか。

- (8) 試行操船が可能か、またそれが自動化されているかどうか。
- (9) 遠方のエコーが(可聴および可視的に)警報できるかどうか。
- (10) 衝突の危険が(同上)警報できるかどうか。
- (11) 計算した情報はデジタル的に表示されるかどうか。

3. 接近船の警報を主とした装置

相手船が一定距離に接近したことを警報する装置は、前節の(9)項に相当するもので、自船を中心としたある距離の警戒リングとエコーが重さなったとき音響警報を発する方式である。これは、相当以前にわが国でも、製作されたことがあるし、また、Sperry 社の見張り補助装置(LAD)は、むしろ簡易型のレーダでこの方式を主とした装置として試作されているほか、のちに述べる GEC-AEI 社の Compact や沖電気の衝突防止装置にも採用されている。

この方式の一つの変形として、安立電波の MARAC-1A がある³⁾。この装置では、レーダの受信信号を3スweep間の相関をとったのち自動的に10海里の位置で目標を捕捉し、表示燈が点燈する。自船からの距離のうち10海里~7.5海里の間を0.5海里おきの5つの部分に分け、10海里での捕捉、すなわち9.5~10海里の部分にエコーが存在すると、その方位を0.5°ごとの角度パルスでその方位を求める。最接近距離を1, 2, 3海里の何れかに設定しておく、その設定に応じて、その物標を中心とした2°, 4°, 6°の扇状の方位が設定され、またPPI上にも表示される。そして、この扇状で距離が9.0~9.5海里、8.5~9.0海里……の範囲に物標が移動すると、点燈の位置が9.0, 8.5……と次第に変化する。そして、10~7.5海里間の5つのセクションの全部を通過したときは危険船と判定し、ブザーがなり赤燈が点くが途中でその扇状のセクタから離れた船は衝突の危険なしと判断する。

追跡は5隻までで、点燈回路は3隻分である。この方式は正確なプロットングをしているわけではないが、相手船が自船に方位不変で接近していることを判定する方法であるが、物標を9.5~10海里で探知できないときには効果がなく、また、7.5海里以内では普通のレーダとしてしか役立たないが、安価で興味ある一つの方式といえる。

4. 電子管式などの残像方法によるもの

TRUE-MOTIONレーダでは、比較的残光性の長いCRTを使って、船のエコーのうしろに僅かながら尾を

引かせ、これによって、船の航跡、針路、ひいてはアスペクトを一瞥によってある程度の理解を得るようになっている。しかし、この段階ではまだ衝突防止レーダとは称していないが、この残像を如何に長くするかについていろいろな試みがなされている。

まず、第一は蓄積管と称する特殊な超残像管を使う方法で、これには2つの種類、すなわち、直視型と走査変換型とがある。直視型は名の示すとおり、CRTと同様の映像面をもった管で、その映像面が特殊な構成となっていて、相当長い間像を残すことのできるものである。この方式は軍用レーダやメモリスコープなどの計測器に使われているが、船舶用レーダにはあまり例を見ない。

走査変換形はレーダの映像を特殊真空管を使ってTVと同じ水平走査に変え、別のCRTにそれを写して見るもので、残像によって全画面に明るい像を得ることができるという別の利点もある。後述する超自動化船星光丸の装置では、表示の部分にこの方式を使って高輝度の表示がなされている。TV式の走査といっても、普通のTVのような500本位の走査線では分解能が不足するので、どうしても1000本程度の走査線が必要である。これら蓄積管はかなり高価であることも普及をさまたげる一つの要素である。

最近、比較的安価に製造できるカソードクロミック管をレーダの映像用として使用しようとする試みがある。この管については本号の別項に述べられている³⁾ので参照されたい。

最近発表された Kelvin Hughes の Situation Display⁴⁾は、径9cmのCRT上のPPI像を特殊な残像板の上にレンズで投影し、この残像板が船の針路と速力に応じて平面上で回転し移動をする。この残像板の像は傾斜鏡を使って、TVカメラで写され、船橋上にそれをTVと同様な角形CRTに表示をする。表示は普通のPPI像のようにエコーの存在を明い点としても、またその白

黒(白は正しくは緑)反転の映像にでもうつし出すことが可能であり、また距離目盛や方位目盛なども光学的に合成され、同じTVカメラに入るようになっている。表示の例は第1図に示すとおりであって、トルーモーション、相対運動表示の何れのモードの場合も船首上方で、自船は上から2/3位の位置に固定されている。船の引いている尾は、モードの種類および選んだレンジにより異なるが1.5分～6分ごとに更新されるが、更新を待たせることも可能である。普通使用される6海里以上のレンジでは更新は6分ごとである。また、図の230°方向への点線は方位カーソルである。

5. テープレコーダや写真を利用する装置

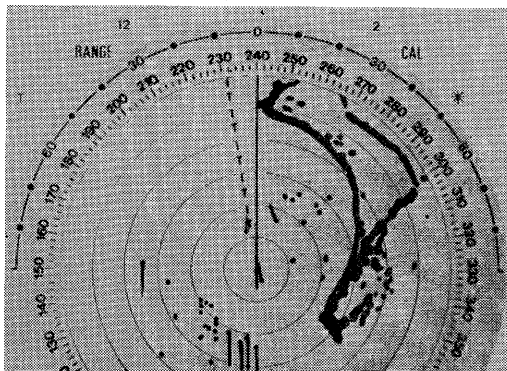
わが国でも、電気通信大学鈴木氏のエンドレステープのビデオレコーダを利用する方式の研究発表があるが、Marconi の Predictor⁵⁾はレーダ映像を狭帯域化して低速のテープレコーダでの記憶を可能にし、テープの寿命を長くしている。その概要はつぎのとおりである。

レーダビデオの帯域幅の圧縮は、受信したビデオ信号のCRT上への表示をパルス繰返し時間内の全部を使うような形で行なわれ、従ってCRT上の輝点はPPI面に長く止どまることになり、短いレンジでの映像を明るくする効果を示す。テープ上への記憶は8MHzのビデオ帯域幅を60分の1の約120kHzに圧縮し、毎秒30インチのテープ速度で磁気テープに録画する。この録画は10秒ごとに6分間の分すなわち36枚のレーダ映像が蓄えられるが、4チャンネルの2分間のエンドレステープを使うことによってつぎつぎの走査時に2分前、4分前および6分前の映像を現在の映像とにPPI上に表示され、8分目にテープ上の前の映像は消去され、そこに新しい映像が記憶される。

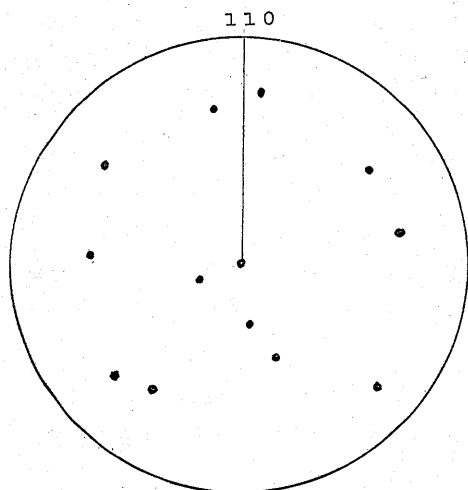
この場合の指示器の表示方式にはつぎのような4つのモードが用意されている。第2図にその例を示す。

(a) 基本レーダ指示モード このモードでは指示器は真方位にされ、テープには前述のような記憶とその更新が行なわれているが、指示器には現在の映像のみが表示されている。但し、帯域圧縮による掃引の長時間化に伴い、ある程度高輝度となっている。

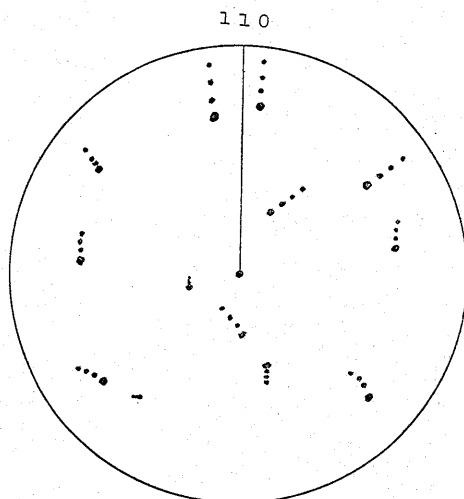
(b) 相対航跡モード このモードでは、PPIの第1回目の走査では6分前の、第2回目には4分前の、第3回目には2分前の映像がそれぞれテープより再生して映し出され、第4回目の走査では現在の映像を帯域圧縮器から直接に表示し、10秒1サイクルの4走査を終る。そしてつぎのサイクルでは、前回より10秒間ずつ新しい映像が現われ、これらの間もエンドレステープの内容は逐次更新されている。これらの指示は何れも自船がPPI



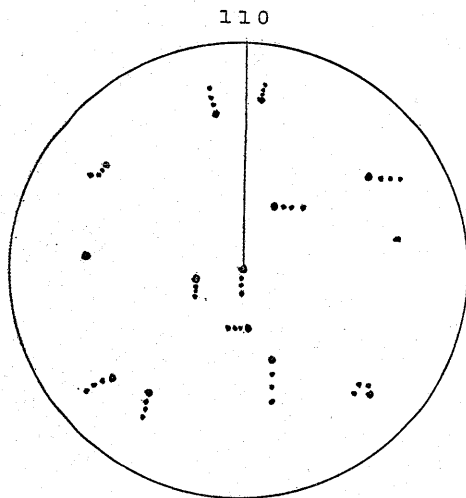
第1図 状況指示器の表示例



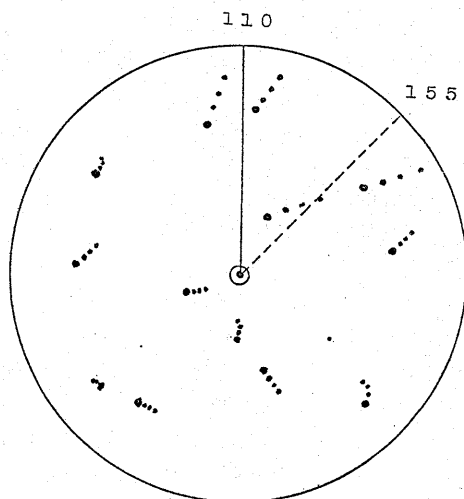
(a) 基本レーダ指示モード



(b) 相対航跡モード



(c) 真航跡モード



(d) 予測相対航跡モード

第2図 Marconi の Predictor の各モード

の中心にある相対運動モードであるから、4つの時間の相手船の映像の動きから CPA の距離とその時間および相手船の危険度の判定が容易に行ないうる。

(c) 真航跡モード このモードへの切換えは「True Track」という押ボタンを押すだけでよく、それによって離心発振器の作動がはじまり、トルーモーション式の指示が行なえるが、この表示方式は普通のトルーモーションとはつぎのような点で異なっている。すなわち、現在の映像の自船は常に PPI の中心にあり、過去6分間の映像のみが、その中心から自船の針路と速力に応じ外側に表示される。従って自船が PPI の端に行くための再設定の必要性はなく、また「相対」と「真」との切換

は随時瞬間的に行なうことができる。従って、相手船の真の針路と速力の概略値あるいはその変更の有無を航海者の希望に応じてすぐに見られるようになっている。

(d) 予測相対航跡モード 試行操船として考えた新針路と速力を設定し、このモード用のスイッチを押しつづけると、10秒間に自船が過去6分間に設定した新針路と速力で航走したときの相対航跡が表示される。この場合自船は PPI の中心にあり、その周囲に小さな円のマークが現われるが、これは自船の旋回性能などに応じて生ずるであろうオーバシュートのための危険範囲の増大を示している。この装置は磁気テープの利用という点で、記憶量が極めて大きく、自動追尾をする船の数には

実質上制限がなく、またすべての切換時間は10秒が基調になっている。

Kelvin-Hughes の Photoplott[®] は記憶用に写真のフィルムを使用している。この装置では 16mm のフィルムを使い、3 インチの CRT の映像を撮影する。この撮影の時間間隔は例えば 15 秒ごと、3 分ごと、あるいは 6 分ごとであるが、長時間の露出をすれば、動く物標は線となって示されるし、また多重露出をすれば、それらの物標は点の連続として示されることになる。露光したフィルムは迅速現像処理が行なわれる。すなわち、撮影の終わったフィルムはつぎの穴に移され、そこでは現像、定着および水洗の液は予熱され、順次噴霧状でフィルム面に吹きつけられる。更に、フィルムは移動し、つぎの穴では空気の吹付けで冷却かつ乾燥の操作が行なわれ、この位置において投映も行なわれる。投映は下面より卓上のガラスの上に広げられた特別の紙の上に例えば 27 インチ径に投映され、鉛筆でその紙の上に直接のプロットングが可能であり、紙は順次巻取り器から自動的に引出して更新できる。現像処理は数秒で可能であり、ネガにでも反転現像をしてポジを作ることも可能であるが、ネガ、すなわち、Situation Display と同様な普通の PPI 像とは反対の像で、夜間は赤色フィルタを入れて減光することが最も有効であるという。

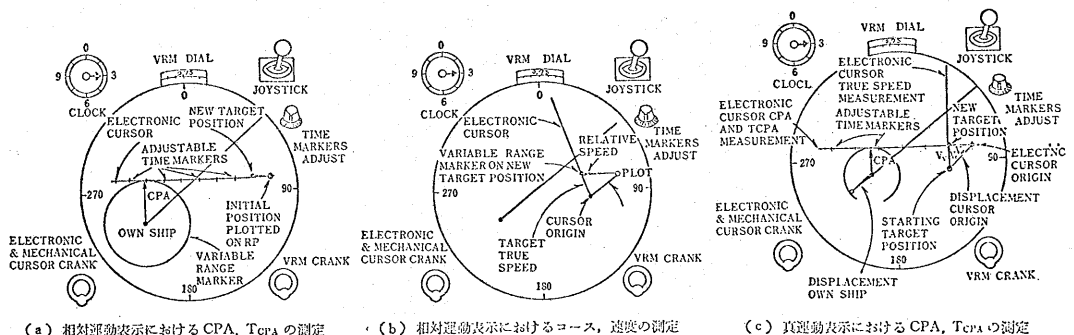
6. 電子カーソルなどの特殊マーク

電子計算機あるいは電子計算回路などいわゆるデジタル技術を応用した衝突防止レーダに入る前に、PPIの面に電子的に画かれるマークやカーソルについて若干触れておこう。これらのマークは、CRTの電子ビームがレーダの映像を画いていないあきの時間を使って画く（インタスキャンという）もので、ある時点で他船の映像と重なってその位置の記憶に使ったり、また、プロットを鉛筆でする代りに、直接PPIの中で作図をする線として使用されることが多い。後述する電子計算機などを使

用する衝突防止レーダでも、相手船の針路速力の表示、などに同様な電子のマークを使うことも多いが、ここでは電子マークや電子カーソルをの例として、そのようなマークやカーソルが主体となっているレーダを紹介する。

衝突防止用と名付けたレーダの中で最も普及しているといわれているものに、デッカの 66 AC レーダがある⁷⁾。これは同社が広範な検討ののちに市販したもので、その特長は PPI 上に約 25 mm (1 吋) のインタスキャンによった線を 5 本まで同時に出すことができる。この各線は一方の端に明るい点をもち、その点を PPI 上のどの点のエコー上におくことができ、その線はそこから自船に向かって内側にのびる。そのままの状態では一定の時間放置すると、自船に近づいてくる他船のエコーのうち、この線にそって動くものは最も衝突の危険のあるもので、線から離れて行くエコーに対してはおおよその CPA の推定ができ、同時に 5 隻までの相手船をプロットングなしに相対詳しく危険度の判定ができる。但し自動警報やデジタル表示機能は全くなく、試行操船もできない。

Raytheon の TM/CPA レーダ⁸⁾ はインタスキャンによる PPI 上の 1 本の電子カーソルと時計をもっており、CRT 上で電子カーソルを作って作図をする考えのものである。その概要を第 3 図に示す。図の (a) は相対運動表示の場合である。はじめの相手船の位置と時計で測定した例えば 3 分後のその相手船の位置をプロッタ上にマークしておく。電子カーソルをジョイスティックという棒状の調整器を動かし、マーカの端を古いほうの相手船の位置に重ね、更にそのカーソルの向きも調整して、第 2 の位置を通るようにし、更にカーソル上のタイムマークの 1 つを重ねる。そして、自船中心の可変距離マーカの円をこの線に接するように調整すれば、この円の半径から CPA の距離を、またマーカ上のタイムマークから CPA の時間が求まる。図 (b) は相手船の針路と速力を求めるための作図で、(c) はトルモーシヨンのときの (a)



第3図 Raytheon 社の TM/CPA レーダの作図法

と同様の目的の作図法である。前者同様警報機能などはない。日本無線の NCZ-413 B トルーモーション装置なども同様のカーソルをもったレーダである。

7. 電子計算機と連動した装置 (その 1, 実験評価用を主としたもの)

レーダと電子計算機あるいは計算回路と連動して、衝突防止のための計算などを行なわせた装置の最も初期に出現したと思われるものは、アメリカの Maritime Administration の船舶の自動化の開発評価の一部として試作され、実船実験ののち、キングスポイントの国立商船大学に置かれているレーダデータコンピュータ⁹⁾であり、アナログ計算回路を用いている。他船の映像は捕捉銃 (Aquisition Gun) を用いてライトペン式に入力するか、他船の方位と距離を設定してそれを待ち受ける形で捕捉され、10個の追跡回路に順次振り分けて送られる。追跡回路では方位距離の極座標が X-Y 直交座標に変換され各 ± 0.3 海里のゲート区域の中心に信号があるよう空中線の走査ごとにゲートを動かし自動的に追跡される。こうして得た X と Y 方向の速力成分はジャイロとログからの自船の動きを差引いて真の針路、速力をアナログ計算で得る。

これら追跡器の状態は、準備、追跡開始、追跡中止 (20海里の点で自動停止する)のほか、危険および要警戒も10列のランプで表示され、またスイッチの選択により任意の船の CPA の距離と時間が30分以内に危険のあるときに限りデジタルで表示され勿論音響警報もなる。自船の針路および速力変更に伴なういわゆる試行操船の結果が30分後までの任意の時間について予測可能である。これらを含めて、30分後までの未来の航跡 (ベクトル表示) は CRT 上にトルーモーションでも相対運動でも可能であり、未来の航跡のベクトルは5分ごとに切れ目のある破線で示せるので、例えば自船が10分後に操船動作をしたとしても、それ以後の変化を明らかにすることができる。10列に並んだパイロットランプの状況表示は、試行操船の際に各船の何れかが新しく要警戒や危険になるかを自動的にスキャンしながら一目で見分けるためにも使用される。なお、要警戒や危険の CPA の円は 0~10 海里の範囲で任意設定可能である。

わが国でのアナログ計算の例としては協立電波が運輸省や日本船用機器開発協会の補助金を得て試作し、太平洋丸に乗せて実験を行なった装置¹⁰⁾がある。

この装置は手動 (可変距離目盛と空中線の向き) で選択する 2 目標を自動追尾するもので、 $\pm 6.3^\circ$ と ± 0.5 海里のゲート面内の信号をデジタル化し、振幅的に 3 段階に分けてスイープ相関とスキャン相関をとって信号

と雑音を識別したのち、目標が常にゲートの中心に来るよう自動追尾をする。そして、目標の過去の 5 点 (間隔は 40 秒 (アンテナ 10 回転) 80 秒, 120 秒の何れかごと) の方位角と距離をメモリに入れ、それは現在の追跡ゲートとともに PPI 上に重複表示される。

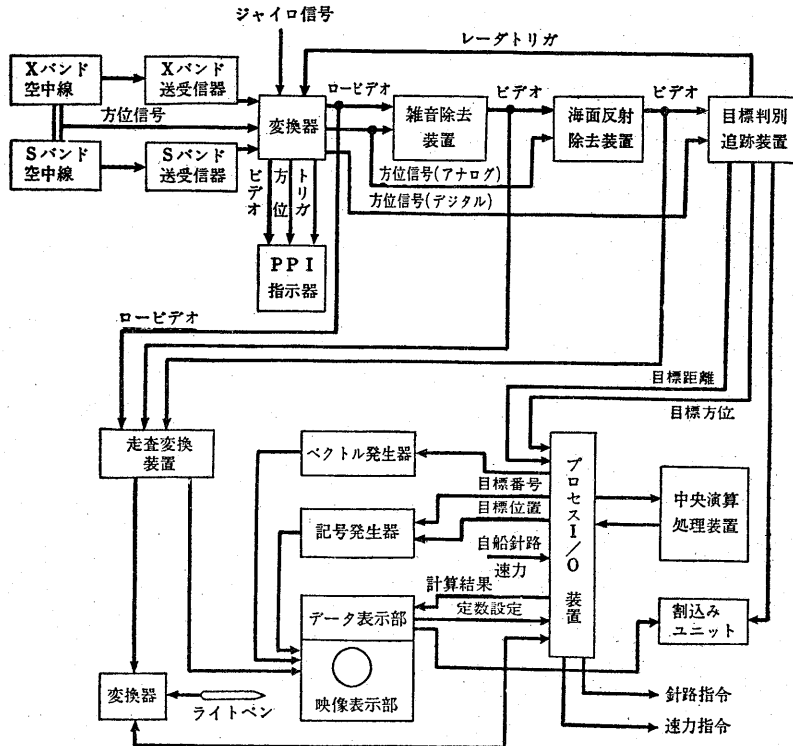
CPA の計算はアナログ演算回路で処理し、メータで表示される。メータリレーによる警報も可能である。また試行操船演算も可能である。

また、わが国でレーダとデジタル電子計算機とを結びつけた最初の例は、航海訓練所の練習船「青雲丸」の衝突予防計算装置だろう。この装置では沖電気のミリ波レーダの PPI 上で方位カーソルと可変距離目盛とを目標に合わせてボタンを押すとタイマが動作をはじめその時刻、方位、距離が計算機 HOC-34 NS に入力されるとともに、指示器にデジタル表示される。第 2 回目の同様な観測をすると、その 2 回のデータとその時間間隔から CPA の方位と距離と時間が計算し表示され、予じめ設定した危険円にその船が入るかどうかも示される。試行操船計算も可能である。指示器には 3 目標分の表示が可能であるが、レーダの PPI などへの表示は全く考えられていない。

超自動化第 1 船「星光丸」に搭載された衝突予防装置¹²⁾は、わが国で本格的にレーダと計算機とを結びつけた装置であり、船舶の高度集中制御方式の一環として (社)日本造船研究協会の第 106 研究部会で作成した仕様にもとずき、(財)日本船用機器開発協会の事業として、沖電気、富士通、日本無線、東芝が共同開発を行ない、ほかに石川島播磨重工と日立造船が別にソフトウェア開発を担当したものである。なおこの装置は技術的可能性の追及が主で、必ずしも市販を目的としたものではない。

装置は任意に切換えおよび併用可能な 3 cm 波と 10 cm 波の 2 台のレーダをもち、その両者は同軸で回転する共通の空中線をもっている。受信した信号はスイープ間相関をとる雑音除去装置、蓄積管を使ってスキャン間相関をとる海面反射除去装置を通し、それらの信号処理により雑音を分離したのち、スライディングウィンドウ式の追尾装置で目標の検出を行なって、その位置データを時分割でこの装置に接続されている電子計算機 TOSBAC 3000 S に送られる (第 4 図)、指示器は蓄積管による走査変換を行なった高輝度指示器であり、信号処理をした生のレーダ映像を表示する。

追尾には、自動追尾モード、指示器からライトペンで追尾目標を指定する手動追尾モード、追尾をしないで目標位置のみが手動で計算機に入力される手動プロットモードの 3 種があり、自動追尾隻数は 10 隻、追尾目標は指示器の PPI 上に番号が付せられる。追尾中の目標は、



第4図 星光丸の衝突予防システムブロック

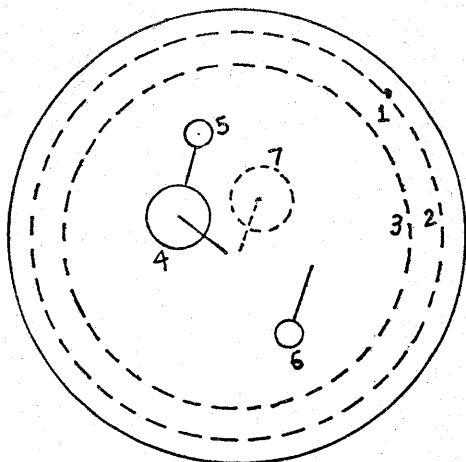
その針路、速力、CPA の距離と時間が常に計算され、予め設定した衝突危険状況になると警報を発し、また番号を選べばデジタル表示される。更にそれとともに選航に必要な変針角も指示される。また、試行操船の演算も可能で、試行操船の結果は PPI 上に30分後まで点線表示される。

沖電気が開発し超自動化船「錦江丸」に搭載したシステムは、同社の 3cm 波レーダと 5cm レーダが切換器で相互接続され、16時の PPI 指示器と衝突防止用指示器とをもっている。目標の警報は 0.5~20 海里の間の任意のところに 0.3 海里離れた 2 本の警戒リングを設定でき、外側のリングを目標が通過後 144 秒以内に内側リングに到るとき、すなわち 10ノット以上の接近速度の目標があると警報が鳴り PPI 上にその方位を示す輝線が出る。PPI 指示器には前述のデッキのレーダと同様な識別マークが 5 本でて、相対指示で目標の動きとマークとの関係から衝突の危険の判別ができるほか、そのマークの先端を目標に合わせて衝突防止用指示器の 1 次データ入力スイッチを押し、数分後にもう一度、マークの先端を合わせて 2 次データ入力スイッチを押すと、計算機で CPA などの計算が行なわれ指示器上に 5 隻分までがデジタル表示でき、また、試行操船も可能である。

8. 電子計算機と連動した装置（その 2、外国の製品例）

GEC-AEI (Electronics) 社が開発した Compact (Computer-Protecting and Automatic Course Tracking)¹¹⁾ は同社の Escort Radar 延長であり、その表示例を第 5 図に示す。このレーダ指示器は 2 本の 16 インチ CRT を使用しており、そのうちの 1 本は普通の生の PPI 像を橙色の残光で表示している。もう 1 本の CRT は自動追尾マークの表示用で明るい緑色であり、この両映像は光学的に 1 つの画像に合成されている。

自船の周囲 11 海里のところ (2) と 9 海里のところ (3) にガードリングがあり、それを横切る船 (1) のような目標があると警報音を発する。物標上に素早く置ける自動追尾マーク (5 と 6) によって最高 12 隻の船までの船が追尾され、そのうちのどれかが 30 分以内に自船の CPA 内に入ることが計算機で求められると警報音が鳴り、そのマークのリングが点滅する。自船の CPA はその現在位置または未来位置に図の 4 で示すように表示され、その半径 1/2 を海里から 5 海里まで任意に設定できる。45 分までの未来位置を track-ahead control で任意に決定でき、また試行操船を行なうと、その結果が実際の場合



第5図 Compact の表示例

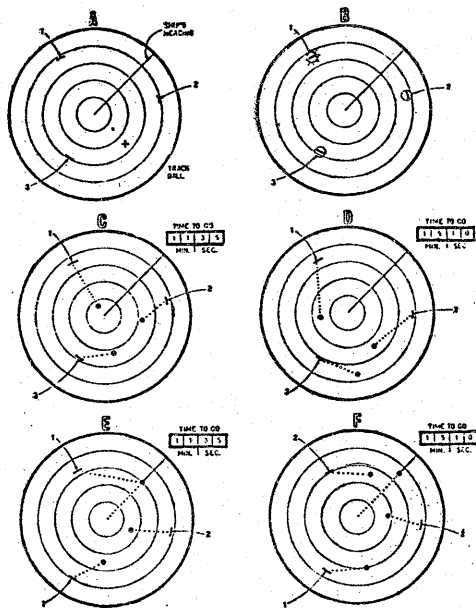
と同時に点線で (7) 表示される。なお、航跡を計算機で得られるまでの時間は36秒である。

Raytheon 社が論文を発表している新しい形の TM/CPA レーダ装置¹⁵⁾は、普通のレーダ、ビデオ処理器および汎用計算機から構成され、手動で指定した8隻までの船を自動追尾する。このときは、その船のエコーを中心に小円が重さねられている。そして、これらの船の CPA が計算され、つぎのときには警報が鳴る。

- (i) ある船の CPA が与えられた値より小さいとき。
- (ii) 計算機の答が得られないとき。
- (iii) 相手船が操船をしたとき、その船の PPI 上の円がフラッシングする。
- (iv) 自動追尾に失敗したとき。
- (v) 3つの予じめ選んだレンジセクタに船が入ったとき警報を発生させることができる。

また、分と秒の時間を TIME TO GO という窓に設定をすれば、選定した物標の未来の動きを点線で相対運動でも、トルーモーションでも示せる。試行操船も手動のプロットングもまた可能であり、更に4個までの物標を任意に出しシミュレータ的に使えるのでトレーニングにも使用可能である。第6図にこのレーダの各種の PPI 表示例を示す。

ノールウェーの Norcontrol 社の Data Radar は手動で設定 (PPI 上に円をつける) した15隻を追尾し、PPI 上に未来位置をベクトル表示するほか、それらの針路、速力、距離、方位および CPA の距離と時間が表示できる。更に CPA の距離がある設定した値以上になると警報を発し、PPI 上の円が四角になる。計算機は相手船を設定 CPA すれすれで通る変針角度を算出し、また試行操船も可能である。また、相手船の動きを手動で計算機



第6図 Raytheon 社の自動 TM/CPA レーダ装置の指示例

に入力することもできる。なお、この装置は Data Bridge として、船位側定や自動操船を含めた船橋上の総合自動化装置の形に構成できる。

アメリカの Marine Digital Systems 社の自動航法システムの一部を構成する衝突回避サブシステム¹⁶⁾は、普通のレーダの PPI に並んで、2つの角型の CRT を有している。このシステムは 94 隻 (現在は 32 隻) の船を自動追尾でき、その結果を、角形 CRT の一方に速度ベクトルと識別記号をつけた形で高輝度を表示するほか、もう一方の CRT 上に、その物標の記号、CPA の距離 (ヤード)、その時間 (分)、相手船の針路と速力、CPA の方位、相手船の距離と方位の各数値がデジタル数字の表にして示される。備考欄にはつぎのような記号が現われる。AUTO MODE (追尾中)、UPDATE MODE (手動で相手船の動きを入力)、NOT MOVE、COLLISION、LOST TARGET、SAFE (その物標が CPA を通過したのちであることを示す)。

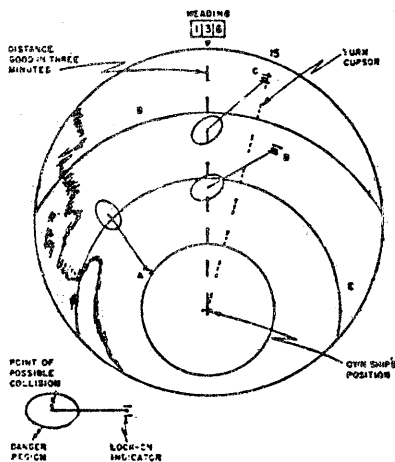
Sperry 社の CTA (Collision Threat Assessment) 指示器¹⁷⁾は、標準の Mk 12 レーダと組合わせて使用され、2台の指示器、計算機、CTA 電子回路の各機器から構成され、またジャイロコンパストログからのデータもとっている。第1の指示器は自動危険度判定の電子回路を有する CTA 指示器で、普通の PPI 表示と組合わされており、第2の指示器は操船用の指示器である。

CTA 指示器は12インチの高輝度指示器でその危険度の判定の基準はある CPA の距離にその船があるダイヤ

ルで設定された「TIME」値（普通20～30分）より早く、あるいは遅く到達するかどうかの判定をすることにある。そのような危険度判定マーカ（TAM）は、レーダのPPI面に 2° の円弧として示され、それが「TIME」値で中心（自船）に到達するような速さで、PPIの中心に向かって動く。従って、このような小さな円弧マークを相手船に重ねることにより、マーカと船のエコーの相互関係を見まもっていると、その船が自船に「TIME」の時間内に衝突の危険があるかどうかを60秒以内で判別できる。このTAMは30秒あるいは60秒ごとに自動的に再セットできる。

操船指示器は16インチの高輝度指示器で、計算器からの出力により第7図に示すつぎのような指示が得られる。すなわち、自船の位置は前方をより広く見るように後方に離心され、船首船が破線で示され、その破線およびその間隔の長さは3分間に自船の進む長さである。CTA指示器で危険と判定したエコーは方位マーカをこの上に置いて「追跡開始」のボタンを押すと、その船のデータがアンテナの各走査ごとに入力されるようになる。追跡をしていない船と陸地のエコなどは指示器に普通通りに表示されている。1分のうちに、1本の線が表示され、エコーの現在位置と衝突の危険のある点とを結び、楕円が衝突の危険点のまわりに表示され、回避すべき危険範囲を示す。この範囲の大きさは設定したCPAの値とこのレーダによる計測および計算上の誤差とを加味したものである。この指示の特長は衝突のおそれのある位置が自船の針路変更によっても変わらないので、点線で示した試験操船用の方位カーソルで所要の変針角度を容易に求めることができる。

このレーダと同様な装置がSperry社のINCAS (Integrated Navigation and Collision Avoidance System) に



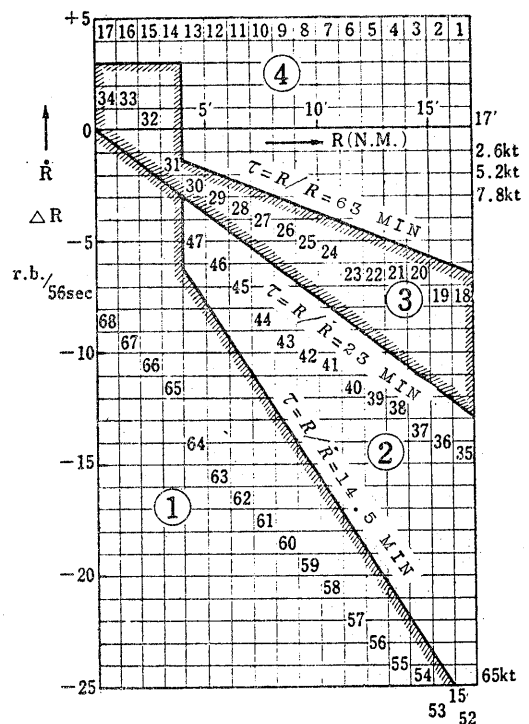
第7図 Sperry の CTA 指示器



第8図 Digiplot の表示例

も採用されているが、操船用指示器には角型のCRTが用いられている。

Iotron社のDigiplot⁽¹⁸⁾は既設のどんなレーダでもその付加装置として利用できるところに特長があり、この付加によって原レーダには何等の影響なくその指示器はそのまま普通の指示器として使用できる。Digiplotでは



第9図 Digiplot の危険度判定図

原レーダからはビデオ信号, トリガ信号, そして方位信号をもらうだけであり, 利得の制御, STC の制御などは原レーダ側で行なう。

この装置は中央処理装置として, Lockheed Electronics の MAC-16 というミニコンピュータをシャーシの形で使用し, ROM (Read Only Memory, 読出し専用のメモリ) 4k, コアメモリ 4k が使用されている。PPI の指示は毎秒 50/60 回の速さで画かれるので高輝度であるが, 輝線部が小範囲であるので夜間のさまたげになるような明るさではない。

原レーダからの 17 海里までのエコーのパルスは雑音除去のための相関をとってから, その性質を見分け, それが 1,500 フィート以上に広がっているかどうかを判定の資料として, 陸地と船との区別をする。そして陸地は第 9 図に示すように外郭のみを 2° おきの点線で CRT 以上示し, それより以遠の記憶は行なわない。船と判定されたエコーはそれが 200 個までをその 2 次元的な位置とその位置の変化の 4 つのデータにして記憶をする。200 個のエコーのうちの 40 個をつぎに述べる優先順位で選び

出し, CRT 上のその位置にスポットを出し, 更に 1~60 分の任意の時間の予想位置をベクトルの 1 本の線で示す(第 8 図参照)。このような相手船の動きの予測はアンテナの各走査ごとのデータの積上げにより次第に高精度化され, 10 走査では安定となり, 20 走査で所要の精度となる。

優先度の判定は第 9 図の区分で行なわれるといわれる。すなわち, ①, ②, ③, ④がその優先度の区分であり, 同じ区分内ではその物標までの距離が近いほど優先度が高い。この図の横軸は相手船までの距離 R で, 縦軸は両船の接近速度 $\dot{R}$ である。 $\tau=R/\dot{R}$ と置くと, これは「衝突までの時間」に相当する。①の範囲は $R=4$ 海里までは $\tau>23$ 分, $R>4$ 海里では $\tau<14.5$ 分で, これらが一番危険度の多い船と判定する。同様に②は $R<4$ 海里の $14.5<\tau<23$ 分で, ③になると相対速度 7.8 kt で遠ざかる船でも 4 海里以内にいる船を対象としていることがわかる。これらは試行操船の際に新たに危険船となることをも考えてのことと思われる。

操作棒 (ジョイスティック) を使って, CRT 指示上の

第 1 表 各 衝 突 防 止

装 置 名	安立電波 MARAC- 1A	Kelvin Hughes Situation Display	Marconi Predictor	Kelvin Hughes Photoplot	Decca 66 AC	Raytheon TM/CPA	Radar Data Computer	協立電波 追跡プロ ッチング 装 置	青雲丸の レーダ計 算 機
① 航跡 (T) か, 速力ベクトル (V) か	—	T	T	T	—	—	V	T	—
② PPI の表示か, 別の CRT の表示か	PPI	CRT	PPI	PPI	PPI	PPI	CRT	PPI	—
③ 要求から T または V 表示までの時間	—	0.5~ 2 分	10 秒	4 分	1~6 分	3 分	不 明 (数分)	3~6 分	3~6 分
④ エコーの選定は不要か, 観測者 (OB) か, 計算機か またその隻数	不 要 (5 隻)	不 要 (無制限)	不 要 (無制限)	不 要 (無制限)	OB (5 隻)	OB (1 隻)	OB (10 隻)	OB (2 隻)	OB (3 隻)
⑤ トルーと相対の切換に要する時間	—	0.5~ 2 分	10 秒	4 分	—	—	不 明	—	—
⑥ トルーも相対も自船中心に可能か	—	可 能	可 能	不 可	—	—	可 能	—	—
⑦ エコーによる妨害	な し	な し	少ない	若 干	少ない	少ない	な し	少ない	な し
⑧ 試行操船ができるか, 自動か	不 可	不 可	可 能	不 可	不 可	不 可	可 能	可 能	可 能
⑨ 遠距離エコーの警報	あ り	な し	な し	な し	な し	な し	な し	あ り	な し
⑩ 衝突危険の警報	あ り	な し	な し	な し	な し	な し	あ り	あ り	な し
⑪ 計算結果のデジタル表示	な し	な し	な し	な し	な し	な し	あ り	アナログ (メータ) 表 示	あ り

備考 Predictor, Photoplot, Compact, A.T.A.W (詳細が明らかでないので本文には省略), Digipilot の評価は

物標に小円を重ねると、その物標の距離、方位、針路、速力、CPA の距離と時間がデジタル的に表示され、また、ある物標が CPA の設定値 (0~7.9 海里の間 0.1 海里ごとまたは 0~39 分、1 分ごとに可能) 以内になれば自動的に警報し、その相手船の CRT 上のベクトルの輝度が増加する。試行操船も可能であり、その場合の経過は30倍に早められて (1 分を2秒間で) PPI 面上で動き、その場合は自船の動特性も予め装備時に入れておけば考慮される。試行操船の押ボタンをはなせば、CRT 上の図形は直ちに現在のものに復帰する。試行操船中も実際の自動監視は継続されており、危険状態が生ずれば警報が鳴る。

F & M System 社は SCAN-100 衝突防止装置の原型を発表している¹⁹⁾。この装置は Digiplot 同様、レーダに外から付加するもので、ジャイロ、ログからの入力を入れられる。レーダからの情報は前処理回路を通し、装置内のミニコンピュータに入力される。追足には自動モードと手動モードがあり、49 目標まで処理可能で、目標は 16 海里まで追尾される。指示は角形の CRT に TV ス

キャンで円形に示され、その外側の余白部に選択した 5 目標までの距離、方位、針路、速力、CPA の距離と時間を数字表示される。目標の表わし方は過去の航跡を 2 分ごとの点 6 点で示すとともに、20 分後の予測ベクトルを直線で示し、それが自船の周囲の予じめ設定した危険円に入るかどうかの判定をする。勿角音響警報も行なえ、また 9.9 海里までの監視円の設定とその警報もできる。

9. 比較一覧表

以上述べた各装置および本誌前号の新製品紹介欄に発表されているわが国の 3 種類の装置について、はじめに述べた F.J. Wylie 船長の比較表によってまとめたのが第 1 表である。この表を作るに当っては、筆者はその装置のほとんどすべてを単に文献で調査したにすぎないので、理解の不足による誤りもあり、また類推によって記入した部分も少なくないので、誤記入があった場合は、それぞれの装置の関係者に予じめおわびしておくことにする。しかし、この表が、これからのこの種の装置の利

レーダの比較表

星光丸の 衝突防止 装置	沖電気錦 江丸の装 置	GEC-AEI Compact	Cerci A.T.A.W	Raytheon 新 TM/CPA	Nor Controll Data Rador	Sperry CTA	Iotron Digiplot	F & M System SCAN-100	安立電波 MARAC- II	協立電波 TPS-II	日本無線 JAS-350
TとV	—	V	T	V	V	V	V	TとV	—	T	V
CRT (生ビデオ つき)	PPI	PPI	PPI	PPI	PPI	CRT	CRT	CRT	PPI	PPI	PPI
3~6分	3~6分	36 秒	4 分	不明だが 短かい	0.5分	0.5~ 1分	0 秒	短かい	0.5~ 1分	0.3~ 1.5分	不 明
CP OB (10隻)	OB (5隻)	OB (12隻)	不 要 (無制限)	OB (8隻)	OB (15隻)	OB (20隻)	CP (40隻)	CP OB (48隻)	CP OB (10隻)	CP OB (5隻)	CP OB (10隻)
少ない	不 明	0	4 分	不 明	0.5分	0.5~ 1分	0 秒	短かい	—	0.3~ 1.5分	不 明
不 可	不 可	多 分	不 可	多 分	多 分	可 能	可 能	多 分	—	不 明	不 明
少ない	な し	な し	若 干	少ない	少ない	少ない	な し	少ない	—	少ない	少ない
可 能 (自動)	可 能	可 能	不 可	可 能	可 能	可 能	可 能	可 能	な し	可 能	可 能
な し	あり 10ノット以上 接近のみ	あり	な し	あり (セクタ 指定)	あり	な し	な し	あり	な し	あり	な し
あり	な し	あり	な し	あり	不 明	不 明	あり	あり	あり	あり	あり
あり	あり	あり	な し	不 明	あり	な し	あり	あり	あり	あり	あり

F.J. Wylie 船長のものをそのまま記入した。

用および開発に何等かのご参考になれば幸いである。

参 考 文 献

- 1) Capt. F.J. Wylie: An Examination of Some Ship Radars with Automatic Computation J.I.N., 22, 3 (1970)
- 2) MARAC-1A 接近船報知装置, 船舶, 45, 5 (1972)
- 3) 宇野, 松田他: カソードクロミック蓄積管(カソクロ管)とその応用, 電波航法第15号(本号)(1972)
- 4) Kelvin Hughes' New 'Situation Display' Radar, Shipping World & Shipbulder' July (1972)
- 5) J. Watt and B.C. Piercy: A New Marine Radar Display System, JIN, 22, 2 (1969), (造船関連工業会技術資料第44号に訳出)
- 6) S.R. Parsons: The Application of Rapid Access Photographic Techniques to Radar Display System, Jour. of Brit. IRE, Sept. (1962), (造船関連工業会技術資料第98号に訳出)
- 7) Raytheon True Motion Indicator, Shipbuilding and Shipping Record July 26, (1968), (日本船用工業会技術資料第33号に訳出)
- 8) J.H. Beattie: Marketing a New Radar, J.I.N., 23, 2 (1970), (船用工業第6号に訳出)
- 9) 庄司: アナログ式衝突防止計算機について, 船舶, 43, 5 (1970)
- 10) 鶴田(他): プロットング追跡装置の研究, 日本航海学会誌 No. 46 (1971) および鶴田: レーダと併用するプロットング追跡装置, 船舶, 45, 5 (1972) など
- 11) 桜木: 航海用電子計算機システムについて, 電波航法第10号 (1969)
- 12) 衝突予防装置の試作事業報告書, 昭和45年3月日本船用機器開発協会および大曲: 超自動化船星光丸の衝突予防装置, 船舶 45, 5 (1972) など
- 13) 北里: 「綿江丸」の自動化システムと衝突防止装置, 船舶, 45, 5 (1972)
- 14) Computerised Marine Radar, Shipbuilding International, March (1969), (日本船用工業会技術資料第41号に訳出)
- 15) A. Massara: Automatic Plotting and Anti-Collision Warning System, NAVIGATION, 17, 7 (1970)
- 16) Definition of Avoidance Requirments, Safety as Sea International, June (1971)
- 17) R.F. Briggs and J.R. Grymes: A Rader Computer System for the Prevention of Collision at Sea, Safety at Sea International Jan. (1971), (船用工業第17号の訳出)
- 18) J.C. Herther and J.S. Coolbaugh: A Fully Automatic Marine Radar Plotter, J.N.I, 24, 1 (1971), (船用工業第22号に訳出) および庄司和民氏の電波航法研究会での講演 (47.3.31)
- 19) T. Ryden & T. Thomas: Design and Operational Features of The SCAN-100 Collision Avoidance System, NAVIGATION, 19, 1 (1972)

図 書 紹 介

レーダの運用指針 (改訂増補版)

電波航法研究会編, 海文堂, ￥1,300

本電波航法研究会が昭和33年に編集して発行した本書も永らく品切れであつたが, 今回その第5版が発行された。版を重さねるごとに内容の一部を手直しをしているが, 今回の版ではつぎのような点を改訂してある。

(1) 近く実施されようとしている 1600GT 以上の船へのレーダ備えつけの強制を含む海上人命安全条約や国際衝突予防規則の内容を紹介したこと。

(2) レーダの構造の項にスロットアレイやトランジスタ化を追記したこと。

(3) 第7章のレーダの発達とその将来を全面的に書き改め衝突防止レーダの紹介などを含めたこと。

(4) 各種レーダの取扱法に掲載されているレーダの機種を一部新製品にさしかえたこと。

電波標識—システムとその利用— 上巻

電波標識編集委員会編, 鶴巻書房, ￥1,800

本会の事務局を担当している海上保安庁電波標識課が中心になって分担執筆したもので, 上巻には総論, 誤差

論, 中波無線標識, 無線方位測定機, ロラン, デッカが含まれ, それぞれの装置およびシステムなどが豊富なデータとともに紹介されている。(本会事務局へ問い合わせれば入手できる。)

航空電子装置

岡田実編, 日刊工業新聞社, ￥2,500

本会副会長岡田博士の編集で, 本会の正会員である各会社の第一線技術者がそれぞれ専門分野を分担執筆して, 航法援助施設, 航法管制施設, 通信施設, 機上装置とその環境試験訓練機材, 将来の動向などを網羅してある。昭和41年に同名の著書が同じ出版社から工業電子装置シリーズの一冊として出ているが, 今回のものは内容的には全く書き改められているので別の本と考えた方がよい。

航空機の自立航法装置

岡田 実・小田達太郎共著, コロナ社, ￥5,000

ドブラレーダと慣性航法装置の理論と實際を平易に述べた好著で, カルマンフィルタの応用などにも触れられている。

第 10 回国際水路会議に参加して

海上保安庁水路部* 川上喜代四

Attending the 10th International Hydrographic Conference

Hydrographic Department*

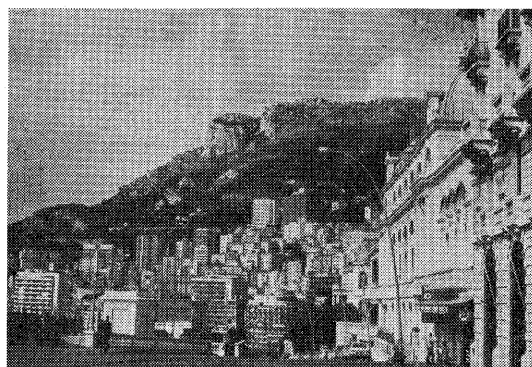
Kiyoshi KAWAKAMI

国際水路会議

国際水路会議は国際水路機関条約に加盟している43ヵ国が、5年に一度、モナコに集まって、水路業務の国際統一のための、また水路業務の進歩のための諸問題を討議するとともに、各国の水路部間の親睦をはかる事を目的としている。

仲々大変な会議であって、討議されるべき各国の提案は略1年前に締切られる。そしてそれは加盟各国に順次送付されてくる。加盟各国は送付されて来た提案に対し必要な意見なり、反対提案なりをつけて事務局である国際水路局に返送する。国際水路局は、それを取りまとめかつ一つ一つの提案に対し加盟国の意見を汲んで局の所見を付けて、再び一冊の本にして3ヵ月前までに加盟国に送って来る。従って会議の討論はそこから始められる。会議では提案の内容に従って条約・規則委員会、会計委員会、海図委員会、書誌委員会、海洋委員会、局の作業委員会で討議され、その結果を総会にかけて決定する。期間は約2週間、毎日午前9時から午後5時まで、昼休み2時間を除いて開かれ、さらに午後5時から1時間の講演がある。土曜日にも例外ではない。休みは日曜日だけで、あと総会の始まる前日が、展示された機器類の見学、回航されて来ている各国の観測船の視察である。日曜日には遊覧バスが用意されていて楽しいリクリエーションがある。夜は每晚7時半頃から1時間半程各国の招待によるパーティーがある。然し多くは観測船の甲板の上か、局の会議室で極めて質素に行なわれる。

水路業務は国際的性格を持っているので、普段でも各国との間に人や書簡による交流が盛んである。従って初対面の場合でもなんとなく親近感がある。その上政治的問題は一切関係ないと云うので一層なごやかな雰囲気である。また業務の性質上、各国ともその職員はほとんど



モンテカルロ市

水路畑を歩むので、5年毎の会議でもまた今度もと云う事が多い。わたくしの場合も第9回にも出席したので、各国の水路部長のうち3分の2程度は顔見知りであったので大変に楽であった。逆にそうした雰囲気であり、また自分の提案に対する各国の意見や局の所見も判っているので、所謂「根まわし」があらゆる機会を利用して行なわれる。休息时间やパーティーは勿論、中食や夕食を一緒にしながらの根まわしもある。

国際水路会議は必ず国際水路局のあるモナコで開催されることになっている。これは別に条約にそう規定されている訳ではないが、政治的に中立であるモナコが会議の性格にふさわしいのと、その成立の際の経緯によるものであると云われている。すなわち1919年ロンドンではじめて国際水路会議が開催され、その決議により1921年に国際水路局が創設されたが、その際に当時海洋学者として活躍されていたモナコ公国のアルパート一世が積極的に誘致され、その結果国際水路局がモナコにおかれた。従って会議の開会式には必ず臨席され、歓迎の辞を述べられ、また招宴がある。モナコの所謂シーズンは5月に開幕されるので、会議はこれをさけて4月中に行な

* 東京都中央区築地 5 (5, Tsukiji, Chuo-ku, Tokyo)

われる事になっており、春の静かなコートダジュールを満喫する事ができる。

第10回国際水路会議

昭和47年4月10日から4月22日までモナコのモンテカルロ市にある国際会議場で加盟国44か国中37か国106名が参加して開催された。なおオブザーバーとして非加盟国6か国8名、科学機関および海事機関25機関29名、合計37名が出席した。

本会議に提出された議題は全部で105件、日本からも4件の議題が提出された。議題全体を通じての傾向としては、海図、水路誌を今迄各国がそれぞれ必要な海域について作成していたものを、今後は、海域を分担して「国際海図」「国際水路誌」と云うものを作り、これを現状維持し、必要な国は、それを最近の進歩した複製方法を利用して複製刊行すればよいではないか、と云うような国際統一化の傾向であった。

電波航法関係についても2件の提案があった。その一つは米国の提案であって、オメガ航法の利用者は、オメガ空間波補正プログラムの作成に関する事項について、米国と調整を行ない、観測したオメガ位相資料を米海軍水路部のオメガ資料保管所に提供することを勧告するというものであった。各国が強く反対したため、米国は、利用各国がオメガに関する情報を、それぞれの水路通報で発表するとともに、将来は国際オメガ航法管理所を設立してそこで資料をとりまとめることとするが、それまでは米海軍水路部のオメガ資料保管所で保管しておくとの提案を修正し、採択された。

その二は国際水路局の発行している「航海および水路業務に対する無線援助施設」という出版物の中に、衛星航行、ドップラーソナーを加えるべきであるというドイツの提案であった。わが国は更に慣性航法(Inertial Navigation)も含めるべきであると修正案を出し、この修正案が採択された。

この会議の冒頭に政治問題に関係のないはずなのに、政治問題が持ち込まれかけて一同ちょっとおどろいた事件があった。すなわち準備の総会(Preparatory Plenary Sessions)が型の如きことをきめて終了しようとした直前にキューバの代表が発言を求めて、キューバ政府は朝鮮人民を代表していないソウル政府およびその代表が参加していることに反対する旨の声明を読みあげた。各代表とも台湾問題が出るかも知れないという予想を持っていなかった事はなく、わが国も米国その他の国とその場合についての打合せを行なっていたが、まさか朝鮮が問題になるとは考えていなかった。しかし会議のPresidentのドイツ水路部長のロル博士はこの会議は政治的問題は

討論しないことになっている旨を述べて幕になった。

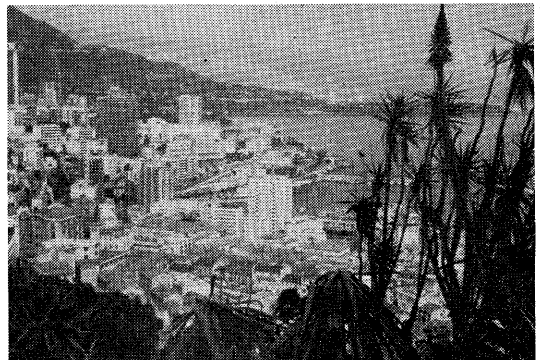
また次の5ヵ年間、国際水路局の責任者となる3人の理事選挙が行なわれ、米・英・スウェーデン・印度・伊太利・チリーの6ヵ国の立候補者から米・英・印の3人が当選して、はじめてアジアから理事が選出された。

モナコへの道

昭和47年4月8日 JL 441 便でモスクワ経由でパリに向った。予定ならば15時間後、パリーの午後5時45分には到着ということになっていたが、モスクワで操縦士がいなかったため、約5時間程待たされ、しかもロンドンに行き、ロンドンからやっとパリに。従って午後11時16分に到着した。一番早い道が一番早くなかったという事になった。

10日の早朝、午前6時半にはパリーのホテルを出てタクシーで飛行場に、ここから AF 405 便でニースに飛ぶ。パリー・ニース間は1時間15分、春雷がとどろくニース飛行場に着陸した。モナコには此処から更にバスを利用しなければならない。5年前の時はこうした乗換、乗継には相当神経を使われたが、2度目となるとその辺は楽である。バスは相変わらず小型の赤塗、しかも乗ったのは同じ会議に出席するスウェーデンの水路部長夫妻との3人だけであった。おかげで特別サービスと云う車でホテルの玄関まで行ってくれた。このバスはモナコ行ではなくて、その先、伊太利との国境の町メントン行なのだから大変な好意かも知れない。運転手はシーズンオフに来て下さるお客は本当にモナコを愛するお客様だから大切にしなければならないと仲々上手である。

ニースの町は砂浜があって平野にあるが、町が終るとたちまち断崖絶壁である。南アルプス山脈が直接地中海に没しているところだ。その600米に達する断崖に上・中・下3本の道が掘られていると云った方がよい様である。そして、その道に沿って色とりどりの家が建てられている。断崖はほとんどが大理石である。海の色が青、



植物園よりモンテカルロ市を見る

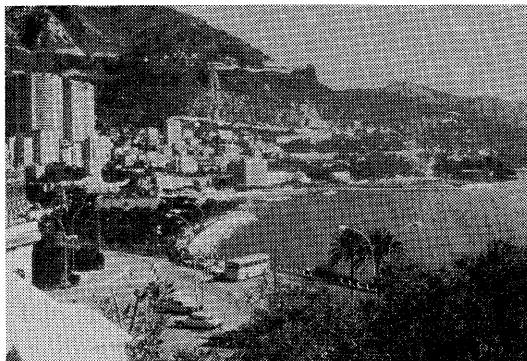
山はだが白、そしてそこに色とりどりの家、さすがに見あきない風景である。約20軒、1時間近いドライブは本当に楽園にきた感じである。5年前の10フランだったバス賃が13フランになっているので現世に引きもどされた。

モナコののことも

フランスからモナコに入ってきて、途中、いくつかの町を通りぬけてきたのと全く同じである。つまり入国管理事務所でパスポートを出すことも、税関で荷物をひろげて見せることもない。勿論、モナコ公国とフランスとの間には明白な国境線があるのだけれど、日常の生活の上には、あまり明白になっていない。散歩していてどうも変だなと思うと越境していることがある。どうも変だなと思うのはなにかという通貨の問題である。モナコ公国は独自の通貨を発行している。勿論フランスと同価値になっている。そして公国ではフランスの通貨も通用する。ただその逆が真でない。つまり散歩していて物を買う時モナコの貨幣を出すとおことわりされるとああ越境したかというわけである。郵便切手も独自のものを発行している。

面積2平方軒、東北—西南に走る海岸線にそって国境から国境まで約2.5軒、幅は広いところで1.5軒、狭いところでは500米もない。しかしその高低差は160米にも達している。同じ高さのところには一本の道しかない。海岸に平行な道は互に石段によって結ばれている。自動車ではまわり道をしなければならぬところでも石段を登ればすぐである。会議前に送られてきた案内書に「代表は地図で示された距離は、モナコ街が種々の高さに建てられているので誤解されやすいことに注意されたい。たとえば局の北にあるすべてのホテルは、海面からかなりの高さにあるので、局からはもっと離れているが、海面に近い所にあるホテルよりは不便である」とある通りである。

公国には工場といえる工場もなければ、耕地と云える耕地もない。テニスコートが屋上につくられているのが普通な程平地がないのだから無理はない。専ら観光によって生きている国である。ホテル、避暑客のためのアパート、お土産の店、レストラン、それがこの国の人達の生計をささえているようである。勿論有名なカジノを忘れる事はできない。しかし砂浜がないことはニュースに比較して大変損な点であって、海水浴場のための砂浜づくりが行なわれていた。お土産の店といってもモナコには製品をつくる場所がないので皆「輸入品」である。香水、皮製品、陶器、銀製品、全部フランス、イタリアものである。



カジノより

観光地だけれど、日本の様な観光地ずれはなくて、人々は大変親切である。モナコで一番古くて魚料理の有名なあるレストランに行き、久しぶりで魚の味を楽しみたいと思った。ところが、英語で知っている魚の名前は残念ながら極めて少ないので、メニューを見て平目をみつけやれやれと思って注文したら、日本人だから魚の味をよく知っているはずだ。平目はここでとれたものでないので、どうしても新鮮でない。この魚は、今朝ここでとってまだ生きているからこれを焼いたのを食べて欲しい、同じ白味の魚だという御忠告である。貧乏性で早速値段を見ると平目よりはるかに安い。そこでそれにすると云うことになった。するとわざわざそれをテーブルまで持って来て、これだと云って見せて、木炭で焼いて持ってきた。大変おいしかった。

朝早くおきて朝市を散歩するのは大変楽しい。道路一ぱいに市場があちこちで開かれる。豊富で新鮮の果物、美しい花が沢山出ている。勿論、其の他の食料品も出ている。一人旅、下宿にもって行って食べる果物は一つであり、さす花は一輪だけれど、元気な美しい売り娘は親切に売ってくれる。本当にすがすがしい。

モナコの日本人

5年前にモナコに行った時は一人も日本人は住んでいなかった。旅行者も大部分はニュースに宿をとってバスで見物に来てまたニュースに帰って行くということで宿泊者も少なかった。今度、最高級のホテルの一つであるメトロポールでパーティーがあった時、終って帰ろうとしたところ、ボーイ長が来て、御紹介させて頂きたい人があるといって3人の日本人コックをつれてきた。パリーの同系列のホテルからスカウトして来たのだそうで、京都の料理屋さんの息子さん達である。大変元気で、あと3年ほど料理を勉強して帰りたいと言っていた。若い3人の日本の青年が元気で働いているのを見て大変力強く感じた。

ロンドンとワシントンに旅して

(1972 年 5 月~6 月)

電子航法研究所* 藤井 弥 平

The Report of Travel to London and Washington

Electronic Navigation Research Institute*

Yahei Fujii

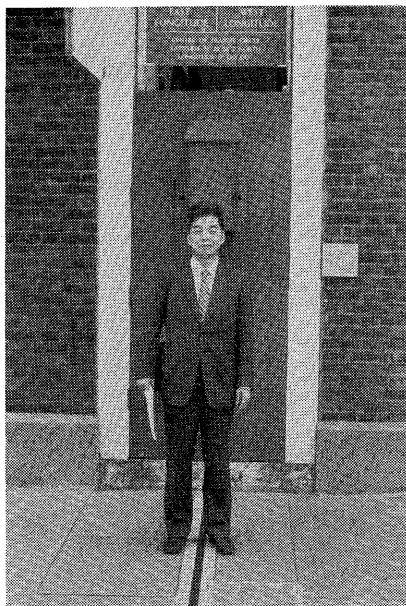
一度ユーロポートをみたいと思っていたところ、英国航海学会から海上交通工学の conference をはじめて開催するので何か発表しないかとの手紙。さっそく論文を air mail し、一方科学技術庁の国際会議出席旅費をアタック、これは岩井教授（東船大）の添書のおかげで確率 1/2 ぐらいのところをパス。

氷原・氷河上空を DC-8 でとびやっとな Heathrow に到着、月曜朝のラッシュにまきこまれて Victoria 駅までのわずかの距離を 3 時間。両替し、地下鉄に、そして船主協会の吉永船長の office へ。Lloyds の建物の横をとり、ランプのともったおちついたテーブルでドーバーひらめをもちそうになる。

ロンドンからレーダセンタのある Gravesend までは 40 km と遠い。デッカ社で研究中の保安庁渡辺さん、郵船の関根船長と吉永船長の運転でイーストエンドをぬけ、5 月のみどりの牧場のつらなりをながめ、テムズ河の下をくぐりぬけ、Navigation Centre につく。Port of London Authority の管制は赤・黄・緑などの腰の強い紙に、推定到着時間などを記入した format をベタンとはりつけた運航票をつかう。台紙の上部には耳がついていて、これが管制卓の横にある衝立状カードラックに引掛けられるしくみ。デッカ社製のレーダはながいおつとめをはたして交替をまっている。

Greenwich で船長方とわかれ National Maritime Museum へ。木造軍艦の大きさが砲門の数で規定されている。経度零のしるしを確認。Ferry で London Bridge の下をくぐり Discovery 号を横にみてクレオパトラの針の近くに上陸。

5 月下旬のロンドンの朝は早い。公園の重い鉄門は 5 時にひらかれ、Kensington Gardens の三抱えにあまるマロニエの樹列は長い長い陰をひく。Hyde Park についた



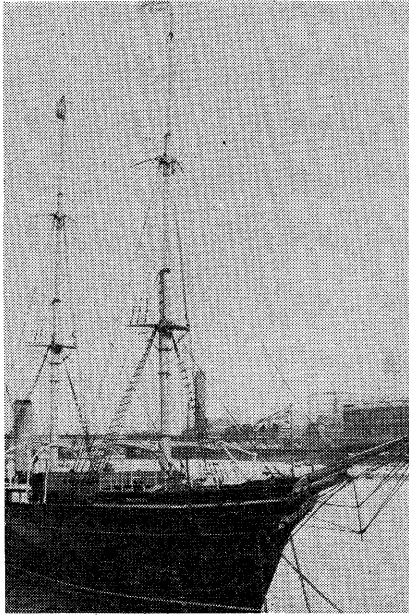
グリニッジの経度 0 の基準線

ころには芝におりた朝つゆのために足がこごえた。Peter Pan の像と、とりまく兎たちをやっとみつめて満足。

Wetherby Court Hotel の朝食は family style。アメリカ、カナダからのカップルが多く話はずむ。苦味のきいたマーマレードは散歩のあとのせいかなすばらしい。

会議におくれないようにと早めに出たのに Richmond でのりかえでまちがい、テデイントン駅から息をきらしてかけつけて一番目の講演がはじまるところ。英国の国鉄よ、カラフルな日本国鉄の掲示をみならえ！ 列車前面の 2 けたの番号を一目でよみとれるか！ どうして次の駅名を書けないんだ、そして車内放送がないんだ！

* 東京都三鷹市新川 6 丁目 38 番 1 号 (No. 38-1, 6-chome, Shinkawa, Mitaka-shi, Tokyo)



テムズ河に係留されている南極探検ディスカバリ号

underground はこの点はまし。

Silverleaf 氏の講演はよくわかる。これらの内容は The Naval Architect 1972, No. 3 と Shipbuilding and Shipping Record, June 30, 1972 と The Journal of Navigation の Vol. 25, No. 3 と No. 4 に、そしてあといくつか。

2 番目の講演で、オーバーヘッドプロジェクタが遠隔操作でぬーっとかま首をもたげスクリーンをねめつけた動作に会場がどっとわく。ここで coffee。幾度も文通していた Decca 社の Beattie 氏にあり。コーヒーブレイクは話すには短かすぎる。

皆が起立するなかをエジンバラ公が司会者席に就く。「His Reverend Highness, the chairman, ladies and gentlemen.」といってドーバー海峡の交通調査結果が報告される。こりゃ大変、私の番がきたらまちがえずに言えるかな？ そして lady はただ一人。説明には色とりどりの矢印、棒グラフ、の図がスクリーンに投影され、かなりの手間がかかっているはず。だけど、データ整理のしかたが気に入らない。船の分布を説明した Thompson の報告は面白い。オランダの Dixhoorn 講演では中腰になってのぞいているパイロットのスライドが印象にのこる。

講演のあと、エジンバラ公のかなり長い話があり三つの質疑応答。一寸質問数が多すぎたかなと反省。だんまり馬鹿なら三年はもつというけれどこの分では二日もあぶない。

昼食は国立物理研究所の食堂でセルフサービススタイ

ル。鳥羽・東京以来の Wakeford 船長の温顔。船長方の手は大きく握手は強い。Journal of Navigation に連続投稿した海上交通工学の紹介がよまれているらしい。

午後は Vanag の報告からはじまる。Establishment はどもと話にはきいていたが。そしてすごい早口。全身これ耳にしてもわかりにくい。Grimes のつぎが私。山口部会長からのあいさつをつたえ、あとは話した、しゃべった、終った、Chairman, ladies 云々はわすれていた。そして質疑応答。若い Vanag 君へは Trinity House のお歴々の一人が長い Statement のような質問。あれでは要旨もわからないし答えにくい。私にもかなり。最後の質問を終えて拍手。汗がふきでる。力をふるいおこして、学会長に「序説海上交通工学」を present。本を高く示して何かいっておられたが聞えない。

イタリアとインドのレストランが多い。スベアリブ 50P・ピッツア 30P・スープ 10P, ポット入紅茶 7P (1ポンド=100P=700円, 当時 800円) でおなかはぼんぼん。それなのに黒いほど熟れたさくらんぼポンド 27P と安いのに感激。味も!! 夜は9時すぎまで明るいのでさくらんぼも6個 10P の Jaffa からきたネーブルも。みちたりてベッドへ。

次の日の朝、おおおにはすをみようとして早くから Kew Garden へ。しかし植物園は10時から。まわりを散歩、白いマロニエの花塔と、黄のアカシヤの花房がうつうつい。忍冬も。

くたびれと時差と。coffee break や lunch のときの話には身がはいるが二日目の講演はねむい。それなのに司会者の Beattie さんが「日本では？」などときくのでどぎまぎ。それにしても英国の人はよく話す、よく述べる。レーダをライダーというはなまりか？

合計18の講演上、海上交通工学の序論などが3編、交通実態調査が3編、海上交通事故関係が3編、交通管制について6編うち電波航法関係が2つ。そして海上交通ORが2編で航海関係が1編。わりあい定量的なものの数がすくなくて概論的なものが多い。第1回だからやむをえないのであろう。また問題提起・提案のようなものも少なくない。

会議はおわった。互に手を握りあって東へ西へ。時間のせまるまで Grimes さんと話。Beattie さんの車でオランダの二人をおくりに Heathrow 空港へ。1時間かからずに Schiphol 空港につくという。一緒にきて明日夕方かえればよいという。うらめしいのは日本公用旅券のきびしい束縛。

ロンドンはみる所が多い。British Museum はいわずもがな、科学博物館、自然博物館、美術館。いずれも無料ですばらしく、そして足が棒になり時間がほしい。デ

イスブレイも上手。市場もおもしろい。Lloyds のそばの Leadenhall Market にはひらめ、さけ、おがくずをまぶしたような大きな塩焼牛肉のはかりうりにならぶ人々。にしんの温燻も安くてうまい。ロンドンの第一の百貨店 Harrods の食べものうりばは壮大だ。トリュフ入フォグラの1片に大枚を投じる。牛肉は日本の半値、スモークトサモンは1ポンドが3.8ポンド (100g 700円) これ専門のコーナーがあって行列ができています。

Beattie さんに会社を見学させていただき、ロンドン西郊のお家をみせていただき (地価の低いこと!) ミンクコートのおくさんとともに Royal Garden Hotel でくねらずに Kensington 公園をみおろしながらかつむり、えびではじまる豪華な夕食をごちそうになった。menu のエスカルゴ1ポンド、meat 3.5ポンドは記憶しているが、ワインテーブルの中の数字にはおどろいた。彼はデッカの営業部の General Manager になって前のように研究ができなくなったと身につまされるような話。そして夜おそくロンドン中心部をドライブ。

PANAM の B707 で Heathrow 13.00 発。ループ状のアンテナでするように金属検知検査。うすいストックンギやミニのどこに不思議だが係員は大まじめでしゃべっている。16時すぎ New York, バスで市内へ。紙くずが風にまい二重、三重駐車めのだつ荒れた街路。昔のありさまとあまりのちがいに胸ふさがり、早々にたちさることとしバスターミナルに。タクシーで1ドルそこそこのところで25セントのチップに運転手は不服をいう。ターミナルは警官、MP そしてコーストガードが警備。これでは治安のわるさが想像できる。ボストンゆきグレイハウンドバスをまつ間も警官がぐるぐるまわってくる。アメリカはかわった。目的のない戦争にすさんだのか?

夜おそく Providence へ。古い、しかししっかりした広い一室をとる。不安に駆られ、また記憶がたしかか? の疑いに5時前にめざめ、ホテルを出る。昔かよいなれた坂をのぼりキャンパスへ。白い塔も緑の芝生もかわっていない。涙がこぼれる。犬をつれた老婦人がたたずむ私に声をかける。ききなれた New England の言葉。Brown 大学もかわった、少し。しかしアメリカは大きくかわったのだ。さそわれてビスケットと熱い茶をいただく。この独身の老婦人にも近ごろの変化はたえがたいにちがいない。せきを切ったような饞舌が耳もとをながれてゆく。下宿ももとのまま。となりのじいさんがおぼえていて “Good morning, Fujiyama” と、と声をかける。あかるいかえでの並木に昔のような時がすぎる。小母さんの娘が素足にゴムサンダルででてくる、小さい子だいて。

教授に一樣に年をとっていた。建物は新しくなっている。

た。そして新しい壁に古い写真がならんでいる。私たちの同期も。Williams 教授・Morse 教授、そして、今度 Nobel 賞をもらう Cooper 教授とお茶。私の衝突断面積論に花がさく。

New Port に引退しておられた Lindsay 教授が見えた。あの教授も、この人もなき数に入りあるいは引退と、二人でもとの物理教室をみる。人けのない建物はこうもさびしいものか! 教授とわかれモダンな図書館の12階へ。Doctor Thesis がひっそりとならんでいる。1965年ごろから急増して毎年10編をこえる。心理の松宮さん、物理の金さん、応用数学のサイドのもの。

駅前の郵便局で前にならんでいたのは同じグループだった Stlan! ノルウエーからと東京からとが……奇遇はおこることもある。

Alleghny 社の DC-9 によって Washington へ。屋敷大使館。数名の警官はテルアビブ空港事件のはねかえり。電話があるものと思って車をリザーブしてあったとか、恐縮。翌朝車をつらねてトランスポのあるダレス空港へ。宇宙時代のような管制塔がそびえ Goodyear と大書した軟飛行船が空にゆらゆら。数々のコンピュータ化した新交通システム。しかし日本の Bullet Train には Amtrack (アメリカの高速) 列車は歯ごしり。時速 300 マイルの3相集電を考えているという。安全自動車や月面車に人ばかり。運輸省の参事官とともに VIP あついで、ロッキード 1011 の招待飛行。エアパスの内部も広いが、脚下の農場の一単位の広いこと。

あらたに情報管理部の大江氏をむかえ自動車研究所の



ワシントンダレス空港の管制塔

伊藤氏と再度トランスポへ。空港への道の交通まひと緑したたるオークの林をみながら空港へ、バスは対行車線の一つをふりかえたレーンをまっしぐら。航空機衝突防止装置の EROS の所では通訳説明は3度目。手ぶりの説明に McDonnell Douglas の年配の係員はわが意をえたりとうなずく。すばらしい精度、障害物の回避、長所は縦板に水。RCA の衝突防止装置 SECANT も、Cooperative という点で EROS とくうかくわれるか、価格・ATC とのなじみのよさ etc. なかなか釈放してくれない。Sperry-Rand の UNIVAC、クルド族のテントまがいの中に ARTS III (Automated Radar Terminal System III) の Horizontal Display が沙漠の星占師のまへの径2尺近い CRT 上に星に似た Blip がかがやいている。テントをでて明るさに目くるめく3人の前に pantaloons 姿の美女が伴奏につれてモダンダンス。手の指し足の示すところ UNIVAC の製品がかつあらわれかつ消え。

Reytheon の展示は地味。CRT 上の字もシャープな線も美しい。年配の日本人がきて、藤井さんですか？ 答にに応じて Manager たちがでてきた。あの日本人はばちばち写真をとる。武藤氏の手紙があって待っていたとのこと。若い東洋人のホステスがかなりはなれた chalet に案内してくれる。欧米人のなかには黒い髪丸い顔を見ると心が和む。

Chalet の前は滑走路。アクロバット飛行ですでに数名の犠牲がでたという。英国チームは井伊の赤備えてここで食事。コークでトーストして大股で立去る。

あとは遊園地気分で見学。安全自動車にのりドアをしめるとくもの巣にかかったように安全ベルトで十重二十重に。潜望鏡でうしろをみたりガスバッグをこころみたり。B747F は大きい。

一夜あけて本番の会議。長いテーブルの向う側に米側。通訳はよどみなく日本語を流し、それを延縄にたくさんついているイヤホンからきく。あいさつがすむと各パネルにわかる。相手はコーストガードの Commander Baetsen 氏たち。しばらく話しているうち、Marine Traffic Engineering の Report をかいた Fujii かという。そうだ。それならコーストガードにゆこう。興味をもっている Hill 君がいる。Tea or Coffee? リラックスできる。Hill, Budridge をあわせてこの三人でサンフランシスコ湾海上交通システムを担当しているという。技術的バックアップは John Hopkins 大学。これはあくまで実験用で New York 港などでの本番にそなえるため、またきっかけはサンフランシスコ湾内での一万トン級タンカー Oregon Standard と Arizona Standard の衝突と油流出。そのとき Pier 45 にコーストガードの実験レーダーでこの二隻をはっきりとらえていたと。この昭和46

年1月の衝突で、前前から検討はしていたのだろうが、10億円のプロジェクトをレコー。72年秋に設置へ。20億円以上の東京湾海上交通情報機構の説明をしながら何かそぞろしい感じ。どうしてアメリカがこうすばやいか、日本がまだまだ貧乏なのか。

保安庁の海上交通観測用レーダー車を写真で説明。すばらしい。我々(米側)のはマリンレーダーをのせただけだ。このせまい車にねるのか！ どうしてトレーラハウスを索引しない？

Budridge は Sea State 4 で 2m² のターゲット検出が一応の目標と説明。航路のまがりかどでほとんどの船がまがるが、もしまっすぐゆく船があるとしたらその Collision Warning をどうしようかと思案中という。大嶋船長の観測による避航領域を説明。

官庁内は alcohol なしとか、トマトジュースで乾杯して昼食。午後は原田参事官と海洋汚濁、とくに油流出について。相手はコーストガードの McKay 氏たち。さきの Batsen 氏たちもみな Office of Research and Development 所属だ。参事官が全体のたばねもあってゆっくり席にいられないのでやむをえず合ずちをうちながらきく。日本側資料の少ないのが残念。これにくらべて米側はぼう大。海上交通安全・汚濁防止法もまもなく米国会をとるとか。

つぎの日は10時に総会。海上交通システムのパネルの結論は、日本および米国のプログラムは相互に共通する部分が多く、たがいに強い関心をもったこと、情報交換・研究の分担および専門家の往来をふくめて研究協力をしようということ。米側は日本の専門家を来年サンフランシスコ湾に招待しシステムの運用をみせたいなど。

Batsen 氏が病院からかえり、しずかなレストランへ。血液の癌とか。話す彼の顔はさびしくきびしい。はたしてつぎにあえるだろうか？

4時から Mount Vernon の Washington の邸へ。雨にボトマック河がかすむ。bob white (うずらの一種) の声がしきり。

TWA の B707 でサンフランシスコへ。空席がめだつ。空港管制塔見学。2機の B747 が1分ほどたたないうちに着陸。また2機がほとんど同時に。JAL の B747 にのると乗客わずか30人。みおろす湾内にも船のすがたはみえない。サンフランシスコは過疎地か？

立入許可証のおかげで慣性航法装置を見学。機長はこれ以上のものは考えられないとご満足。日本につくころで誤差が10マイルをこえないとのこと。

真珠湾がみえた。トラトラトラを思いだす。そしてまたひととび。地図なりに海岸線のあかるい日本。



Introduction of New Products

JEN-2ACA 形 APOSIX (精密位置測定装置)

日本無線株式会社*

APOSIX (Accurate Position Fixing System), Model JEN-2ACA

JAPAN RADIO Co., Ltd.*

Summary

Oceanic exploitations that have been growing in recent years require appropriate methods for precise position fixing of ships on the sea. JRC's newly developed APOSIX is a digitally controlled marine position fixing system using a radio frequency of ca. 2MHz, based upon the hyperbolic principle.

The APOSIX system has excellent features:

- 1) very high accuracy and reliability;
- 2) no limitation to the number of users;
- 3) light weight and compact construction;
- 4) digital data output capability suitable for use as a component of an automated survey system and options being available;

1. ま え が き

近年海洋開発が盛んになり精密な位置測定を必要とする海上作業は増加する一方である。この用に供するためこのたび新開発した APOSIX は、2MHz 付近の電波を使用して双曲線法の原理に基づき海上の船位を精密に測定するシステムである。以下に本システムの概要を述べる。

2. 概 要

本システムは海岸に設置した3個の送信局(主局、従局1、従局2)及び位置を測定すべき船の上に搭載した利用者受信機より構成され、第1図の如く配置される。

各送信局は第2図に示した送信フォーマットに従って交互に同一周波数の電波を発射する。このとき各従局は主局の電波と共に自局の発射電波をも受信し自動制御により自局の発射電波—主局電波間の位相差を一定に保ち素子の経年変化、気候変化等による誤差を補正する。

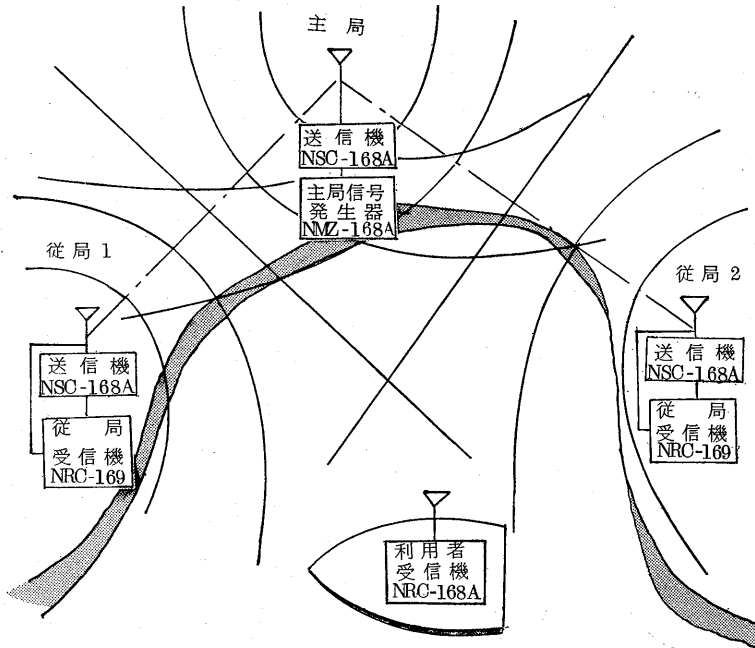
利用者受信機はこれらの電波を受信し、主局—従局1

間と、主局—従局2間の電波の両位相差を測定する。これらの位相差が一定となる点の軌跡は各々の送信局対の位置を焦点とする2組の双曲線群となり、利用者の現在位置はその中の1本ずつの双曲線(位置の線—LOP)の交点として表わされる。LOPは分解能1CELで計測され利用者受信機上に各々5桁の数値で表示されるので、これより本システム専用の海図である APOSIX チャートを参照して船の現在位置を知る。この位置の測定誤差は1~3mと非常に高い精度が得られる。

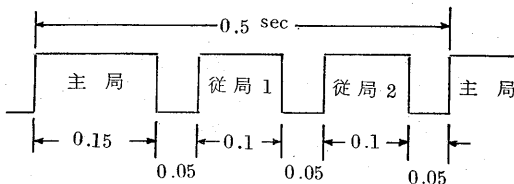
1環の送信局チェーンのサービスエリアは最大50海里にわたり、高精度の位置測定が可能なので本システムは次のような用途に最適である。

- (1) 港湾の建設・保守用の測量船・浚渫船
 - (2) 海洋観測船
 - (3) 海洋汚染調査船
 - (4) 石油資源調査船
 - (5) 船舶の運転性能試験
 - (6) その他海上で精密な位置測定を必要とする作業
- 第3図に利用者受信機及び送信機の外観写真を示す。

* 東京都三鷹市下連雀 5-1-1 (No. 1-1, 5-chome, Shimorenjaku, Mitaka-shi, Tokyo)



第1図 システム構成図 (双曲線法)



第2図 送信フォーマット

本システムは必要とあらば円形法（レンジーレンジ方式）としても使用可能である。ただしこの場合利用者の数は1個に限定される。

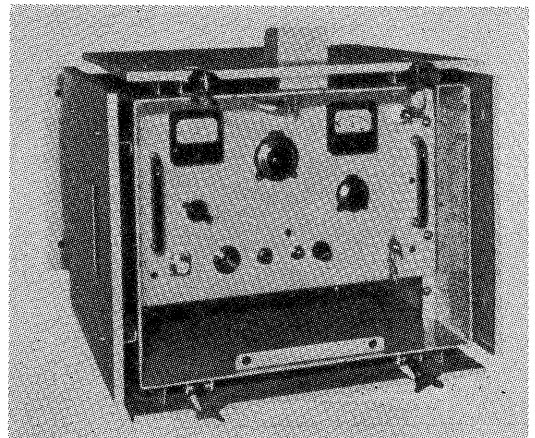
3. 特 長

(1) 1チェーンでの使用電波は1周波数のみなので、システムの構成機器が簡略化され、また占有周波数帯域巾が狭いので S/N 比が高い。

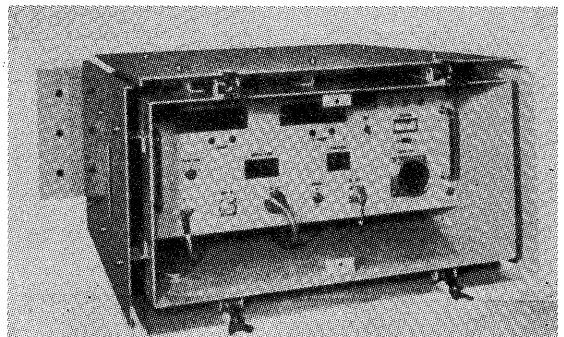
(2) 誤差 1~3m で位置測定ができ、また空間波の影響を受けないので昼夜を問わず同精度で位置測定ができる。第4図に位置測定の最大誤差分布図を示す。

(3) 本システムで位置測定の尺度として使った 2MHz 帯の電波は海上で安定な伝搬をするものであり、またこの周波数は安定度が 3×10^{-9} /日 以上の水晶発振器で制御されており極めて高安定な位置測定ができる。

(4) 本システムは多種の自動制御系を含んでいるが総てデジタル方式を採用したため、モータ、レゾルバ等の電気機械部品は皆無で調整点がないと同時にシステム

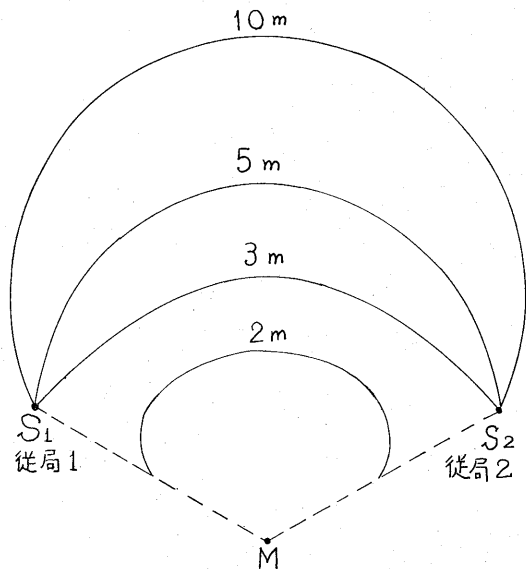


NSC-168A 送信機



NRC-168A 利用者受信機

第3図 利用者受信機・送信機外観写真



第4図 位置測定最大誤差分布図（双曲線法）

の信頼度、安定度も向上している。

(5) LOP の側定値はデジタル信号で出力されているのでコンピュータとの結合が容易で自動測量システムの構成に適している。

(6) 主要部品を IC・トランジスタなどに全固体化したので小形・軽量・長寿命である。

(7) 1 チェーンで使用可能な利用者の数は無制限でありまた1台の利用者受信機はスイッチ操作のみで最大

3 チェーンのサービスエリアを適当に選択できるので、広域で多数の船が並行して作業を行なえる。

(8) 本システムは用途により半永久的に設置する場合と比較的短期間で移動させる場合があるので、この両用途に適する設計を施こしてある。

(9) 各送信局は1度初期設定をすればあとは何んら操作を必要としないので、無停電電源装置の使用により長期間の無人運転が可能である。

(10) オプションには航跡自画装置とロップメータ（操船援助指示器）の2種が用意してある。前者は船の航跡を即座に作図してゆくもので船位の確認や航跡の解析が容易にできる。後者は船の現在位置と到達目的地点との相対位置関係を一目瞭然に表示するので操作が迅速・確実に行なえる。

4. 主要性能

送信電力	30 W
サービスエリア	送信局より50海里以内
位置側定精度	基線上で 0.75 m
使用周波数	1 チェーンにつき 2 MHz 帯 1 波
側定値表示	各 LOP に対し レーン数 整数 3 桁, 小数以下 2 桁
電源電圧	DC 24 V ^{+20%} ^{-10%}
送信アンテナ	12 m 垂直トップロード形
受信アンテナ	2 m ホイップ形
使用温度範囲	-10°C ~ +50°C

船舶用衝突予防装置 “CAS-1”

株式会社 東京計器*

Collision Avoidance System, Type CAS-1

Tokyo Keiki Co., Ltd.*

1. はしがき

船舶が巨大化および高速度化するのにもなって、航行の安全を確保するため、超自動化への要求は日増に高まっています。これら超自動化船の航法システムのうち、衝突予防装置について、米国スペリー社が開発し現在までに北欧船を中心に10数台以上の装置実績が得られ

ましたので紹介します。

本装置はミニ・コンピュータを有し Integrated Navigation System（統合航法システム）の中心になるものであって、レーダ、ジャイロコンパスおよびログからの信号のほかに NNSS やオメガからの測定信号および積荷レベル検出器信号を追加して、接続し入力することによって船位推定、船位決定、航法諸計算その他最適積付け

* 東京都大田区南蒲田 2 丁目 16 番 (16, 2-chome, Minami-kamata, Ohta-ku, Tokyo)

計算およびストレス状態計算を段階的に拡張することができます。

2. 衝突予防装置の構成

本装置は衝突予防指示器と計算機ユニットから構成され、従来ご使用をいただいているレーダ MR-160 X/S または MR-120 X/S からレーダ信号、ジャイロコンパス TG-100 から方位信号およびログ SRD-301 から速度信号を受け、他船の夫々に対する衝突危険点を計算しベクトル表示するほか、手動設定した自船の Safety Passing Distance (SPD; 安全航行距離) に対する危険範囲を計算し図型で PPI 上に表示しますので、航海士は全他船の動きをすべて同時に観測することができます。また危険な他船については2段階の警報を自動的に音とランプおよび表示図型上に表わして知らせます。

(1) 衝突予防指示器 (第1図を参照下さい。)

指 示 器; 16インチのデライトチューブ

表 示 内 容; 危険表示図型と生ビデオ重畳 (第2図を参照下さい。)

自動追尾数; 20 (標準), 追尾不要時手動消去

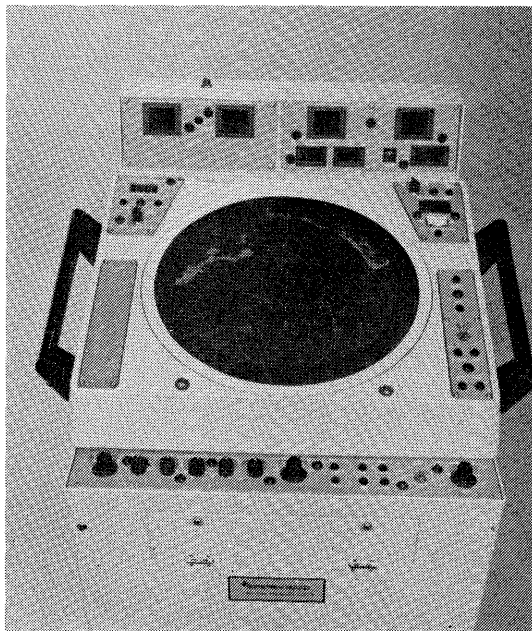
捕 獲; 手動 (ジョイスティック)

追 尾 範 囲; 250ヤード~24マイル

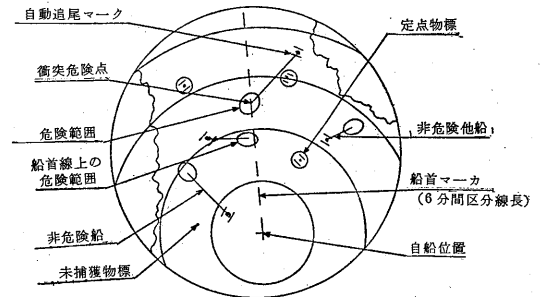
警 報; 警報音と光 (CPA 1 マイル, TCPA 10分)
警報音と光 (CPA 0.5マイル, TCPA 5分)

距 離 範 囲; 1.5, 3, 6, 12 および 24 マイル

電子カーソル; 6 分間区分点表示, デジタル表示



第1図 衝突予防指示器外観図



第2図 衝突予防指示例

船首マーカ; 6分間区分線表示

指 示; ノースアップおよびヘディングアップ
距離リング; 各距離範囲について4または6本

自船マーク; 十字印

方 位 環; センタ PPI およびオフセンタ PPI に対し自動切換え目盛

S P D; 1/8, 1/2, 1 および 2 マイル

(1/2, 1, 2, 4 マイルはソフト変更)

レーダ信号; ビデオ信号 (Xバンド, Sバンド)

トリガ信号 (500~4,000 PPS)

アンテナ回転信号 (1X)

方 位 信 号; ジャイロ, ステップモータ

速 度 信 号; ログ (200パルス/マイル)

回転計 (2~10 V フルスケール)

疑似内部発生信号

自 己 点 検; 磁気カセットテープによるパターン

避 航 計 画; 電子カーソルにより針路決定および疑似
速度信号により速度シュミレーション

そ の 他; 自船使用状態パネルおよび警報集中表示
パネル

(2) 計算機ユニット

型 名; VARIAN 100/L (船舶用に改造)

メ モ リ ー; 8K語, 16ビット (20物標)

保 護; 電源および自己点検

そ の 他; インタフェース, 拡張用メモリー収納ケ
ースおよび電源

3. 拡張機能

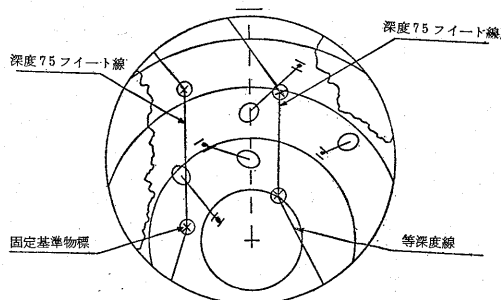
下記の機能は本装置に追加装備することによって得られます。

(1) ガード・リング

手動設定できる2本のガード・リング内に非追尾他船が入った場合に報知する。

(2) 他船状態数値表示

データパネルに他船の速度, 方位, 距離, CPA



第3図 海図指示例

および TCPA を数値表示, 更に磁気テープに保存

(3) 追尾物標数の追加

メモリーを追加して, 更に20物標

(4) 船位推測計算 (DR 計算)

(5) 船位決定計算

NNSS およびオメガからの測定値入力で緯度, 経度の計算

(6) 海図表示 (マップ・マッチング)

記憶した海峡, 海岸線(65フィート深度線), 危険区域等の海図データを固定基準物標を基にして PPI に表示 (第3図を参照下さい。)

(7) 航法諸計算

大圏航路, 変針点, 針路および ETA の計算

(8) ストレス積荷計算

船体の曲げモーメント, ストレスおよび応剪変形力の計算

4. 特 長

(1) 他船位置から衝突危険点へ到るベクトル線表示 (真方位, 速度比例線)

(2) 衝突危険点の周囲に設定 SPD の値に応じた楕円の危険範囲を図型で表示。

この危険範囲を横切らぬ様に針路決定を行なうことにより, 避航計画を同時に数隻の他船について画一的に達成することができます。

(3) リアル・タイム表示方式; 他船毎の未来位置ベクトル (例えば3分後とか10分後の位置への相対ベクトル) を表示するのではなく, 衝突予想危険点を他船の針路方向および速度, 自船の速度から求めて表示するから, 自船がどの方向に何分進めば危険であるかの判断を, 試行することなく, 一見しただけで求めることができます。

(4) 他船相互間の避航操船の様子も観測できるので, 他船の避航操船の自船に及ぼす針路および速度変更を知ることができます。

(5) SPD を海域によって変更し設定できます。

(6) 映像が従来見なれているのと同じビデオサイズで表示されるので, 図型表示と合わせて, 豊富な情報が得られます。

(7) 速度による避航計画を全他船に対して, 同時にしかも瞬間的に試行することができます。

(8) 手動捕獲であるので, ミニ・コンピュータを飽和させることがなく, 必要時に必要他船に対する危険状態の分析ができます。

——電 波 航 法—— ELECTRONIC NAVIGATION REVIEW ——

昭和 48 年 3 月 25 日 印 刷 1973

昭和 48 年 3 月 28 日 発 行 No. 15

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 Section
of Maritime Safety Agency

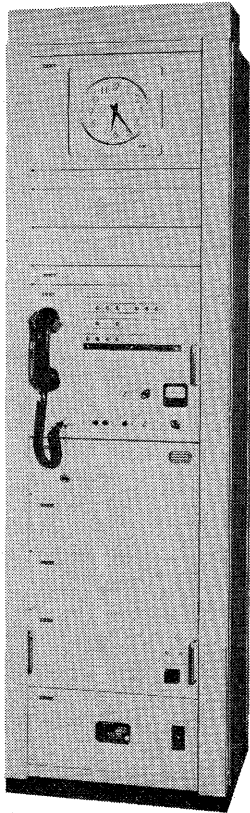
2-1-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo, Japan

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

遠隔監視制御装置

NJTM-104型



用 途

無線設備、電気制御設備、水力発電所、浄水場、配電用、変電所、石油ガスのパイプライン、工場の受電設備、オートメーションのコントロールなど、勤務員の配置の困難な所、または合理化のため、遠隔制御により無人化を計画される所はすべて適用できます。

特 長

- IC化されたデジタル符号伝送方式
- 論理回路はプリント基板化されICを使用して小型で高速化され信頼度が高い。
- 伝送速度は50、100、200bits/sec、オプション600、1200bits/sec。
- 符号方式はNRZパルスポジション方式。
- 制御項目は標準50、100、200、400項目。
- 使用回線は有線または無線2回線。



長野日本無線株式會社

本 社 工 場／長野市西鶴賀町 1 4 6 3 番地 丁 3 8 0 電話長野(0262)32-4951(代表)

川中島工場／長野市稲里町下水飽 1 1 6 3 番地 丁 381-21 電話長野(0262)85-2525(代表)

東京事務所／東京都港区芝西久保桜川町25番地 丁 1 0 5 電話東京(03) 502-7021(代表)

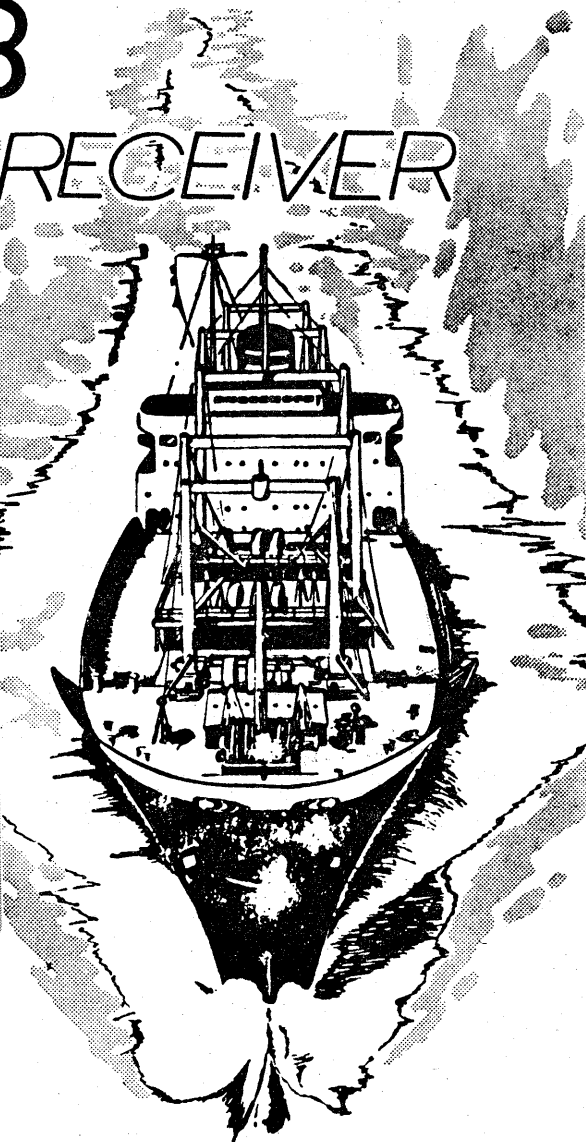
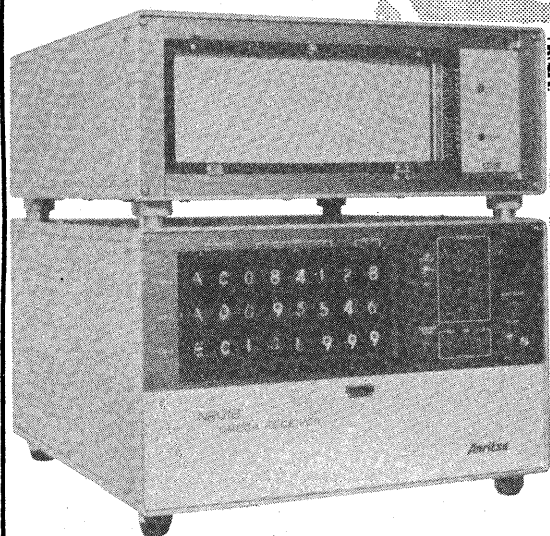
伝統と技術が保証する!!

アンワウの NRO1B OMEGA RECEIVER

営業品目

船舶用無線装置

電子航法機器



安立電波工業株式會社

150 東京都渋谷区恵比寿南1丁目1番地 スヤマビル内

電話 東京 (03) 719-3 8 1 1 番 (代)

テレックス 246 - 6 1 6 5

WORLD WIDE SERVICE



オメガ送信局配置計画図

注 ● 実験局として運用中

OMEGA RECEIVER

米ノースロップ社との技術提携



セナー 株式会社



沖電気工業株式会社



富士通株式会社

OR-160

オメガ受信機

Koden

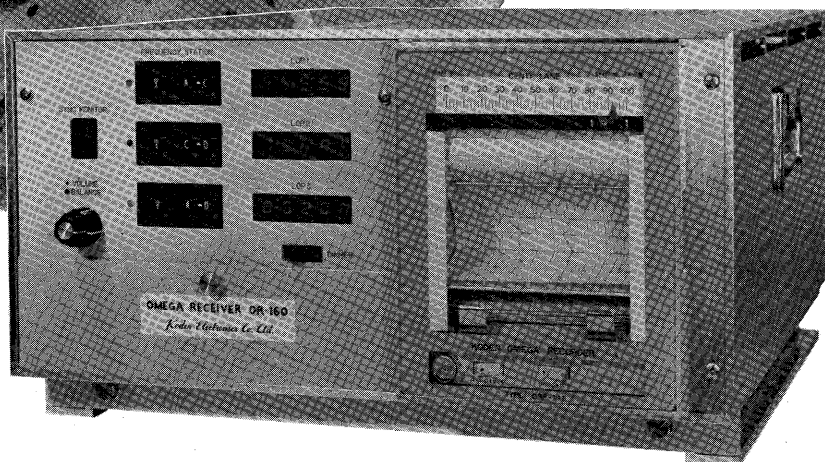
航海の安全に
海の情報機器をあなたの船にも

■営業品目■

- 無線方位測定機
- ロラン受信機
- オメガ受信機
- ファックス受信機
- レーダー・レーダブイ
- ラジオブイ・コールブイ
- 魚群探知機
- シンクロソナー
- 漁網監視装置
- 遭難自動通報用送信機
- SOS自動受信機
- 電子計算機
- 特殊電子機器

本機の特長

- ★3LOP同時表示!!
- ★3周波同時表示!!
- ★3チャンネルカラーレコーダ付!!
- ★高感度!!
- ★ ρ - ρ 航法も可能!!
- ★取扱い操作簡便!!



日本で最初にオメガ受信機の研究開発に成功し実用化を成し遂げた弊社が豊富な実用データに基づき開発した高性能オメガ受信機です。七つの海のどこでも、いつでも安定した性能で正確な船位測定をお約束します。

株式会社 光電製作所

本社／東京都品川区上大崎2-10-45 ☎<03> 441-1131代
神戸営業所／神戸市東灘区御幸通8-5三宮ビル南館 ☎<078> 221-9905代
札幌営業所／札幌市中央区北四条西6-1毎日会館ビル ☎<011> 281-6351代
南九州出張所／宮崎市瀬頭町2-2-20 ☎<0985> 24-5577