

海上用電波測位機ハイドロヂストの実験結果について

—海底地質調査に伴う観測船の位置決定—

岩崎 一雄* 今吉 文吉** 中西 昭** 高梨 政雄**
 森 喜義*** 駒井 二郎*** 佐藤 優**** 勝目 一泰*
 磯 巳代次* 宮沢 芳紀* 向井 清人* 石橋 嘉一*
 桑形 久夫* 松田 栄蔵* 大竹 重吉* 青木 市太郎*
 小川 銀三* 和田 義一郎* 竹内 三郎*

Results of the Experimental Studies of "Hydrodist"

—Determination of Ship Positions for Marine Geological Survey—

By

Kazuo IWASAKI, Bunkichi IMAYOSHI, Akira NAKANISHI, Masao TAKANASHI, Kiyoshi MORI,
 Jirō KOMAI, Yū SATO, Kazuyasu KATSUME, Miyoji ISO, Yoshinori MIYAZAWA, Kiyoto
 MUKAI, Kaichi ISHIBASHI, Hisao KUWAGATA, Eizo MATSUDA, Shigekichi Otake, Ichitaro
 AOKI, Ginzo OGAWA, Yoshiichirō WADA & Saburō TAKEUCHI

Abstract

The authors have examined an application of the microwave distance measurement, instrument "Hydrodist" to determine of geodetic positions of the observation ship for the purpose of geological surveys in offshore regions since 1963.

The recent development of microwave distance measurement instruments is remarkable, and they are used broadly at the various fields of geodetic survey in the world. They are capable of all day and all weather operations. These instruments have been improved in measurement accuracy, and variable automatic recording and plotting systems of measurement data are also rapidly progressing. Among them, "Hydrodist MRB-2" has been developed as a ship-borne instrument.

The experimental studies here discussed have been made in the various portions of the country during the period from 1963 to 1967.

a) At first in 1963, to evaluate the measurement accuracy of the instrument, the experimental measurements of the distance between the given two points on the ground were carried out. As the result, the accuracy was clarified within 2 meters.

b) In the same year, the first experiment on the sea was done at the Tokyo Bay. An operation of the instrument in the ship, influences of rolling and pitching of the ship, vibration of engine, and propagation of the microwave in the area were carefully examined.

c) In 1964 at the Tokyo Bay, it was successful to determine the positions of the sailing ship at 3 minutes' intervals experimentally. In the operations, the antenna was directly connected to the instrument of the main station.

d) In summer, 1965, the authors, IWASAKI and NAKANISHI investigated the measurement accuracy of the instruments at the examination, on the comparison among accuracies of distance measurements by means of three methods, theodolite, phototheodolite and Hydrodist measurements, carried out by Tokyo University at the inshore area of Ariake Bay.

* 技術部 ** 海上保安庁水路部

*** 物探部 **** 前技術部

e) In 1966, after the improvement of the instrument against to rolling and pitching, vibration of the engine and quick turning of the ship, an experimental operation was carried out using the small boat of only 14 tons under the various conditions, at the Tokyo Bay.

f) For a sonic prospecting in Hibikinada, Kyushu, "Hydrodist" was actually applied for the determination of the ship position in 1967. In this survey, the newly developed automatic plotting instrument was used for instantaneous plotting of the ship positions.

要 旨

陸地における地質調査の内容や精度を可能な限り維持しながら隣接する海底の地質調査を実施するため、海上の各種調査地点を大地と同一系統の測地学的な関連をもって、調査目的に適応した精度で迅速、かつ能率的に決定する必要がある。

そのために電波方式による新測位機ハイドロジストを導入し、その性能、特性の試験を行ない、信頼度と精度の限界を明らかにし、さらに当所における、各種の海底地質調査に同調させるための装備を一部改良試作したものをを用いて実験を実施した。その観測試験の結果について報告する。

1. 緒 言

近時電子工学の進歩発達により、電波技術の進歩も、めざましいものがあり、電波による精密距離測定機が、数多く開発された。特に航行移動する船上における調査地点の位置の決定は、従来の眼視観測方法では非常に困難であった遠距離や、煙霧等気象条件の障害を克服解決して、位置測定精度も飛躍的に向上し、刻々変化する測定値の自動記録、自動図示投影等、画期的な変革を遂げつつある。陸地海上ともに測地測量に電波距離測定法が

世界的に活用されるようになって来ている。

Hydrodist MRB-2 は海上用として Tellurometer 社によって1960年に開発されたものである。

地質調査所においては、日本近海の海底地質調査に適応した船位測定方式の実験並びにその結果による計測装置などの改善、開発を目標として研究をすすめてきた。

海底地質調査にあたって使用される各種の調査法(物理探査、試すい、サンプリング、海底地形など)の実施にとまなうそれぞれの目的および作業形態に対処した船位測定技術の確立がこの報文の目的であり、かつ内容である。

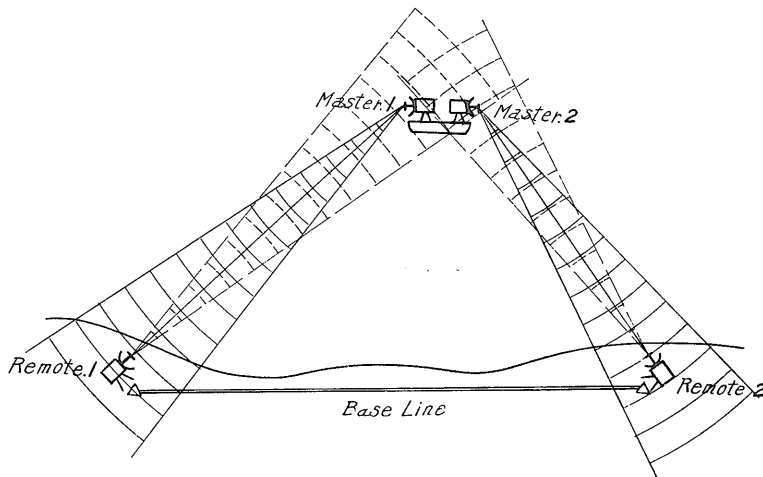
現在、地質調査所は専属の調査船を保有していないので、ここに述べる実験研究は電波計測として必要最小限の大きさの民船の備船によって行なわれたものである。

この実験開始にあたり、種々御便宜を賜った海上保安庁水路部の塚本裕四郎、小野弘平氏に、とりまとめ担当者として謹んで感謝の意を表する。

2. テルロメーターハイドロジストMRB-2型マイクロウェーブ距離測定装置

2.1 構成および用途

本装置はマイクロウェーブを使用した二次レーダー方式の電波距離測定機で、海上を移動中の船上局より陸上



第1図 構成および用途

局に電波を送信し、陸上局より再放射して船舶局で受信をする。

船舶局では送信した電波と受信した電波の位相差を位相計で読みとり、陸上局よりの距離を連続的に測定する。陸上局を既知のBaseline上に設置することにより両局の距離を測定すれば船位は連続的に測定される。

用途は主として海上における各種調査研究(例えば海底地形・海底地質・重力・磁気探査などの物理探査・測深等)または各種海上工事(浚渫・送油管の埋設・浮標の設置等)の場合の船位計測に使用される。

このシステムのおもな構成は

- 船舶局装置: 主局 (Master) 2局
- 船舶用アンテナ, 1組 (2局分)
- 陸上局装置: 従局 (Remote) 2局
- 同上三脚 2個

2.2 仕様概要

a. 寸法・重量

主局および従局: 幅29cm, 厚さ30cm, 高さ38cm, 重さ13kg

船舶用アンテナ: 径34cm, 高さ100cm, 重さ26kg

b. 性能

測定可能距離: 150m~40km

測定精度: $\pm(1.5 + \frac{1}{30,000} \cdot D)m$

D, 測定距離メートル

使用外気温度: $-40^{\circ}\text{C} \sim +40^{\circ}\text{C}$

湿度: 40°C において80%まで

恒温槽加熱時間: -40°C において20分

20°C において3分

無線電話: 同時方式

船舶用アンテナ回転速度, 毎分2回転

c. 電気的常数

搬送用波数: 2,800~3,200MCの間の4波

M, 1: 2,920MC

M, 2: 3,010MC

R, 1: 2,953MC

R, 2: 2,977MC

クライストロン感度: $0.5 \sim 1\text{MC/V}$

クライストロンリフレクタ電圧 $-110 \sim 190\text{V}$

アンテナ指向角・水平, 28° 垂直, 24°

送信電力: 100mw

クリスタルミキサ変換損失: 10db

中間周波増幅器増幅度, $20\mu\text{V}$ 入力に対して約100db, ノイズファクター, 7・中間周波帯域幅, $5 \sim 30,000\mu\text{V}$ の入力に対して3db点で800kc,

パターン周波数

主局A: 1,498,468kc 従局A+: 1,497,468kc

C: 1,483,483kc // A-: 1,499,468kc

D: 1,348,621kc C: 1482,483kc

D: 1347,621kc

パターン周波数温度特性: 主局A $\pm 0.5\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$

恒温槽温度: $47^{\circ}\text{C} \sim 53^{\circ}\text{C}$

恒温槽変化範囲: $\pm \frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$

変調波電圧: AおよびC 1.25vr. m. s

D 1.13vr. m. s

変調指数: 0.5~1.0

“X”増幅器電圧利得: 50db

パルス増幅器電圧利得: 37db

“X”偏向感度: 0.27mm/v

“Y”偏向感度: 0.39mm/v

1,000サイクル選択増幅巾増巾度, 18db (負荷時)

1,000サイクル選択増幅器増幅度, 26db (無負荷のとき)

電源電圧および消費量, 主局, 10.8~13V. D. C または, $24\text{V} \pm 10\%$ 96W, 従局, 10.8~13V. D. C 96W

出力電圧, +HT: 250V. D. C 71.5mA

-HT: -230V. D. C 11.0mA

6.3V. A. C 0.6A

6.3V. D. C 3.5A

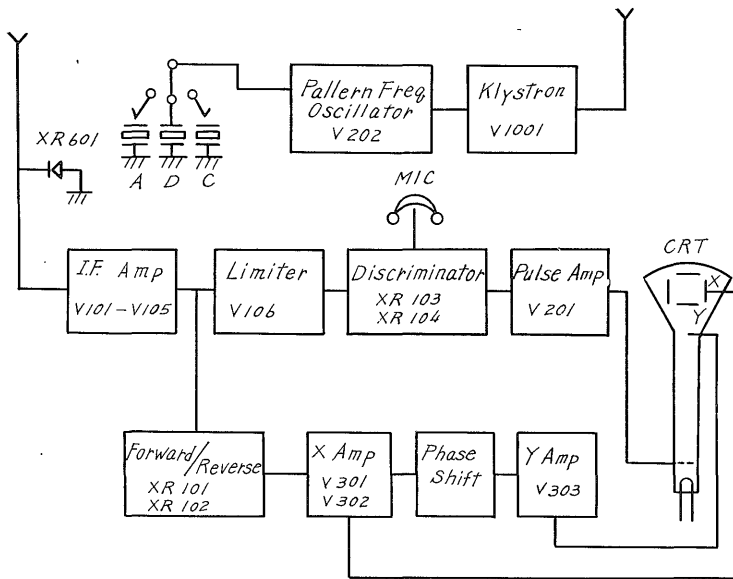
2.3 回路動作の説明

a. 概要

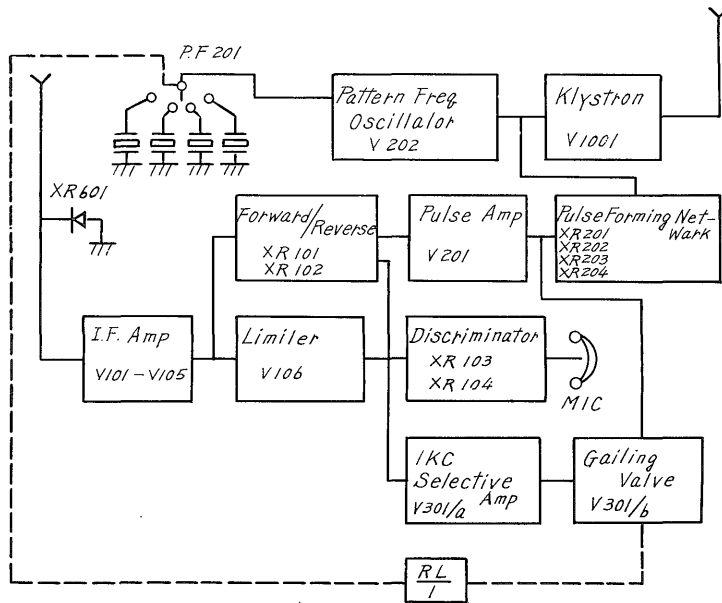
主局 (Master) と従局 (Remote) の周波数の差が33MCを保つようにクライストロン (Klystron) V1001のキャビティー同調を廻すと受信空中線系のクリスタルダイオード (X R 601) により, 到来電波と自局の送信電波の周波数混合が行なわれ33MCの中間周波数 (IF) が得られる。

今, 主局がAパターン周波数 (1,498,468KC) で周波数変調 (F M) され, また従局がA+パターン周波数 (1,497,468KC) で周波数変調されていると, 中間周波数成分として取りだされる側帯波は多数あるが, V101~V 105の中間周波増幅器の通過帯域幅が800KCであるため, $1,498,468\text{KC} - 1,497,468\text{KC} = 1\text{KC}$ に相当する側帯波以外は減衰される。その結果中間周波増幅段の出力電流は1,000サイクルで振幅変調 (A M) された形の電流成分が取りだされる。

主局では, これを Forward/Reverse 回路のダイオード (X R 101) で検波して1,000サイクルの交流成分を得る。これを“X”増幅器 (V301, V302) で増幅して, C, R, T, (Cathode Ray Tube) の水平偏向板に加える。また同時にこの出力を 90° 移相回路を経て, “Y”増幅器 (V 303) で増幅して C, R, T, の垂直偏向板に加える。



第2図 回路動作の概要主局



第3図 回路動作の概要従局

て、C, R, T,上に円形の軌跡 (Trace) を描かせる。
 一方従局においては同様に中間周波増幅段の出力として得られた中間周波の1,000サイクル成分をForward/Reverse回路のダイオード (X R 101) で検波し、これをパルス増幅回路 (Pulse Amplifier) V201で増幅してパルス形成回路 (Pulse Forming Net Wark) に導いて

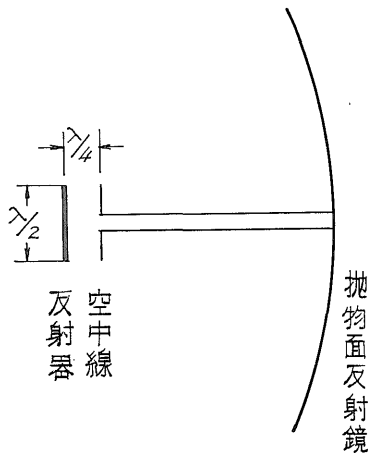
1,000サイクル波の正の半サイクルの立ちあがりに相当する瞬間にパルス電圧を発生させ、このパルス電圧をクライストロンV1001のリフレクターに供給して、パターン周波数 (Pattern Frequency) と同時に周波数変調 (FM) する。主局ではこのパルス信号で周波数変調をされると同時にパターン周波数で周波数変調された電波を受

信して中間周波増幅器 (V101~V105) で増幅される, パターン周波数で変調された分については, 前述の通りでXY軸に加えられ円形軌跡を描かせるが, パルス信号で変調されたF, M, 成分は振幅制限回路 (Limiter) でA M 成分を取り除いたのち, 周波数弁別回路 (Discriminator) X R 103, 104でF M 検波され, さらにパルス増幅器 (Pulseamp) V201を経てC, R, T, の第一格子に導びかれ, これによりパルス信号はC, R, T, の円形軌跡上に輝点として表示される。その輝点の零位置からの角度が従局から主局までの距離となる。

b. アンテナ系

送信アンテナはクライストロンのキャビティーより深さを調整可能なループにより取り出されている, この結合度は適当なバンド幅を得る範囲内で密に結合すべきであるが, あまり密にするとクライストロンの発振に不都合を生ずることがある。送信出力の一部はシリコン, クリタル, ミクササ (X, R, 601) で受信電波と混合され, ヘテロダイン検波され中間周波成分を得る, この変換損失は約10dbである。

送受信空中線より1/4波長前方に反射器があり, 電波は一度, 物面鏡で反射されてから空中線に到達する。



第4図 アンテナ系

c. 主筐体関係 (Main Chassis Assembly)

ダイオード (M R 401) は保護回路でバッテリーの正負を間違えたときL T フューズを断にして電源回路 (Power-Pack) のトランジスタを保護する。その他主局に関してはリフレクター同調の粗, 細の裏にR 401, R 404の変抵抗があるが, これは移相回路の一部でC, R, T, 上の円形の形を整えるためのものでShape, Yamplitude と名付けられている, これらは一度工場で調整されたら, ほとんど手をふれる必要がない。

d. 電源部 (Power Pack)

原理的にはトランジスタ化されたマルチバイブレータで約2,000サイクルで発振している。

トランジスタは24V, D, Cを使うときは直列に接続され, 12V, D, Cを使うときには並列に接続される, 変換された電圧はトロイダル多層巻変圧器を通して+250V, D, C, 71.5mA, -230V, D, C, 11mA, 6.3V, D, C, 3.5A, 6.3V, D, C, 0.6Aが取出される。

e. 中間周波増幅部 (I F Unit)

中間周波増幅部はV101~V105でできている。

このうちV101は低雑音五極管E F 95が使用されX R 601で混合されたI F成分がL 101, C 102をえてグリッドに供給され増幅される, 陽極負荷L 103, C105は33MCに同調とされている。つぎにV102-V104も同様に陽極が33MCに同調された増幅器で統合的にみて3db点でのバンド幅は800KCである。つぎのV105はR-C結合で次段の振幅制限回路 (Limiter) V106に結合されている, これら中間周波増幅は一段約20db統合で100dbの利得がある。

2つのA M 検波器 (X R 101・X R 102) で“Forward”, “Reverse”, 2つの1,000サイクル信号が取り出されるが, 主局では“Forward”信号のみが取り出され位相比较信号と, A, V, C 電圧と両方に使用される。

従局でも“Forward”信号は主局と同様に使用されるが“Reverse”信号はゲート回路のトリガー信号として使用される。振幅制限器に続いてフォスター・シレー周波数弁別回路 (Foster-Seeleydiscriminatory) X R 103・X R 104があり, 主局では従局より送られたパルス信号で周波数変調された波を検波するとともに測定/通話スイッチの切換えにより音声の検波がなされる, 従局では音声の検波のみに使用される。

f. 位相表示部 (Cathode-Ray-Tube Unit)

C, R, T, 部は主局のみにありC, R, T, 関係の他に定電圧装置も含まれている。定電圧装置は定電圧放電管V 304・V 305よりなり, -230Vを安定化している, この放電電流は Switched Meter を Reg の位置で測定するようになっている。測定/通話切換スイッチを測定にした状態では“Forward” X R 101でA, M, 検波された1000サイクルは“X”増幅器V 301・V 302を経てC, R, T, の“X”偏向板に加えられる。

一方, V302より90°移相器を通った1,000サイクルは“Y”増幅器V303で増幅をされ, C, R, T, の“Y”偏向板に加えられる。このようにして1,000サイクル信号はC, R, T, 上に円形軌跡を描かせる。中間周波増幅器よりのパルス信号はX R 203・X R 204で周波数弁別

されパルス増幅器で約37db増幅され、C, R, T, の第一グリッドに供給され輝度を生ずる。また、チェック、パルス (Check-Pulse) の釦を押すと“Y”増幅器の入力の90°移相回路が接地され、その替りに“Y”増幅器の入力にパルス増幅器の出力が接続される。

g. ゲート回路部 (The Gating Unit)

ゲート回路部は従局のみにあって、定電圧装置も含まれている、V302・V303は主局のV304・V305と同様であるが、従局のV304はゲートイン、バルブに150Vの定電圧を供給するための装置である。ゲート回路の役目はハイドロジストでは、Aパターンを使用して測定する100m以下の数値は測定できるが、何百メートルであるか、何千メートルであるかの判定ができない。そこでDパターン・Cパターンにパターン周波数を切換えることが必要である。

陸上の機器の場合主局より従局に対して通話でパターン周波数の変更を指示して手で切換えるが、海上の場合は、これを自動的に切換させる方が便利であるので作られた回路である。

従局において主局の電波を受信しない状態で Sensitivity, つまみ (R, 314) を調整してリレーが作動しない点を探す、この状態ではゲート管 V 301/b のグリッドの電圧は負なので陽極電流は極少量しか流れない。

いま主局より、電流を受け、中間周波増幅をして Reverse 回路で1,000サイクルの検波をされると、XR102の極性から正電圧が整流されて出てくる、この正電圧をC 135・R 127・C 138・R 131・C 141・R 139 で平滑してゲート管V301/bのグリッドに加える、今度はグリッドが正となったので陽極電流は増加して $\frac{R L}{1}$ を接にする。

したがって $\frac{R L}{1}$ 接点が閉じパターン周波数発振回路のロータリースイッチが働く、このスイッチ P F 201/a は V301/b の陽極と直列に接続された接点を持っているので、ロータリースイッチの回転ステップが完了したとき、ゲート管 V301/b の陽極への電圧の供給が切れるようになっているので、リレー $\frac{R L}{1}$ は動作を停止する。

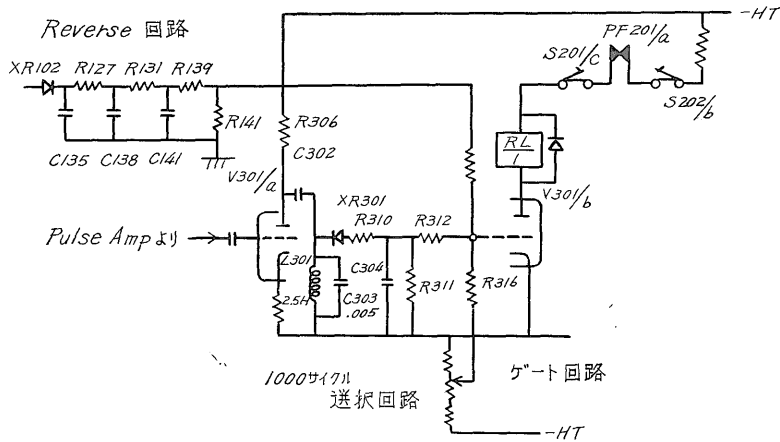
また、さらに主局よりの電波が受信され V301/b のグリッドに正電圧が加えられれば再度リレー $\frac{R L}{1}$ が動作してロータリースイッチが回転する。

いま、主局電波のパターン周波数と従局電波のパターン周波数の差が1,000サイクルになるような場合(例えば、主局、A・従局A+の場合)1,000サイクルの信号はパルス増幅器で増幅され撰択増幅器 (Selective Amplifier) V301/a で増幅されたのち L 301 と C 303 で形成する並列共振回路をえて、ダイオード X R 301 で整流される、X R 301 で整流された負の半波は、さらに R 310・C 304・R 312 で平滑され負の直流電圧として、V 301/b のグリッドに加えられる。この場合は、V 301/b の陽極電流が減少するので、リレー $\frac{R L}{1}$ は動作せず、ロータリースイッチは停止している。

この1,000サイクル撰択増幅器 V301/aは1,000サイクルの入力があったときのみ、共振して負電圧を生ずるよう設計されている。

h. パターン信号発振部 (The Oscillator Unit)

主局のパターン信号発振部は水晶発振部、V202とパルス増幅回路、V201と無線通信用マイクロフォン用変



第 5 図 ゲート回路部

圧器と、通話/測定切換えスイッチからできている。従局はさらにロータリーステップ、スイッチとパルス形成回路が付加されている。電子管 V202は水晶制御された発振回路で、その発振周波数は前述のとおりで規定値になるように、コンデンサ、C 208・C 210・C 211を調整する(従局の場合はC 209—C 212を調整する)。

発振回路の出力電圧の大きさは、C 219—C 221のコンデンサを調整して行なう(従局の場合は、C 221—C 224を調整する)。またこの出力電圧の一部はダイオード、X R 201またはX R 205で整流される。

この直流電流は R 211または従局の場合 R 218を通して、Switched Meter の M, O, D, の位置で測定される。この発振回路の出力電圧は、パターン周波数が A. C の場合は 1.25 V. D. の場合は 1.13V に調整する、この値は Switched, Meter の読みで、A. C が 40, D が 36 μ A に相当する。水晶振動子は差込み式で恒温槽に組込まれ、その温度は 50°C に保たれている。この恒温槽の

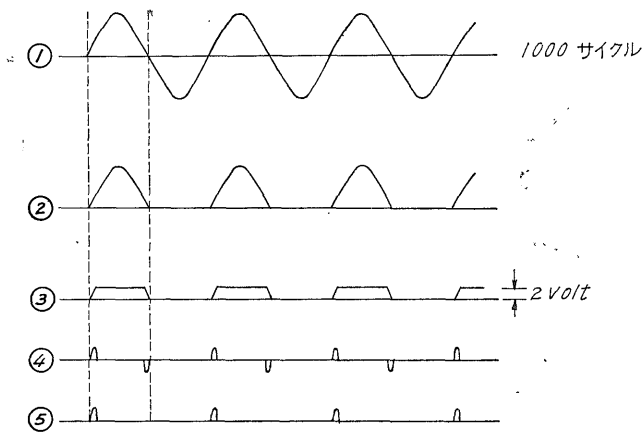
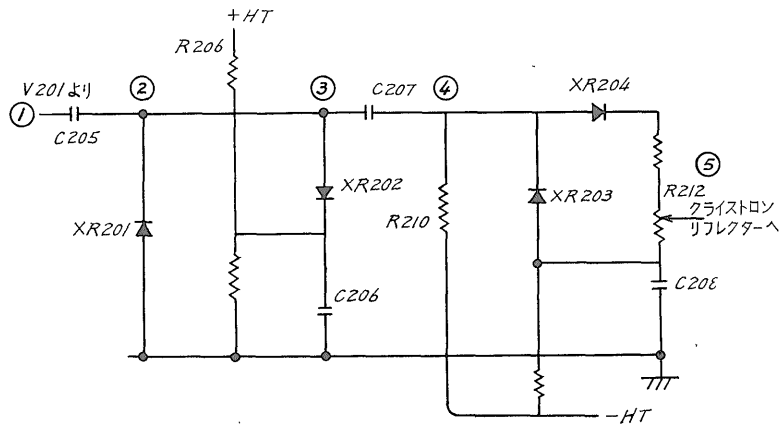
スイッチは電源コードをバッテリーに接ぐと同時に接となり、前面のオープンランプを点灯する。測定は前面のオープンランプが点滅を始めて、恒温槽内の温度が一定になったのを確認してから行なう。

従局のパルス形成回路の動作は、この距離測定装置の測定原理とも関連が深いので詳しく説明する。

主局の A パターン周波数で変調された電波が従局に到達すると、従局の A +, パターンで変調された電波が混合検波され、ダイオード X R 101 で A M 検波されて、1,000 サイクルの成分で取り出されることを説明した。

この 1,000 サイクル成分をパルス増幅器、V201 で増幅して、1,000 サイクル選択増幅器、V301/a に導かれるが、他方分岐されて①の波形は C 205 をへて、ダイオード、X R 201 にあたえられる。X R 201 の働きにより、負の半サイクルは除かれ、②のような正の半サイクルに整流される。

つぎに②の波形は X R 202 とその付属回路により頭



第 6 図 パルス形成回路

をクリップされ、③の波形約2ボルトの矩形波となる。③の矩形波は、C 207と、R 210で微分され矩形波の前縁と後縁に正負のパルス、④を生ずる。④はさらに X R 203・C 208で負パルスが接地され、⑤のような正パルスのみが取り出され、X R 204とパルス増幅調整用抵抗、R 212をへて、クライストロンのリフレクターに供給され、クライストロンの発振周波数を周波数変調する。

i. クライストロン同調回路 (Klystron Tuning Unit)

クライストロンのキャビティーには、+250ボルトの電圧がかけられ、リフレクタには、-110~-190ボルトがかけられ、このリフレクタ電圧は Reflector Tune 調整用つまみで調整する。キャビティー同調つまみは、時計方向に回転するとダブルプランジヤーが中に入って、共振周波数が高くなる。

このとき、クライストロンを発振させるには、リフレクタの負電圧をさらに増加しなければならない。キャビティー同調も、リフレクタ調整も常に、Xtal Curr を最大になるように調整する。クライストロンの出力は、約100mWで、2,800~3,200MCの間を発振する。主局のキャビティーは従局のキャビティーより、50低い目盛に設定する、可変抵抗、R 322はクライストロン交換したときのみ調整する必要がある。

変調指数を0.5~1.0におさえ、倍調波による歪をおさえている。クライストロンの周波数偏位感度は、0.5~1MC/Voltであるが、周波数クライストロンによりこととなる。

前項、hで説明したように、Dパターンの出力電圧が、A・Cパターンの出力電圧より低く調整してあるが、これは、Dパターンの周波数が、A・Cパターンの周波数に較べて、低いので、同一変調指数を得るため、このようにしてある。

主 局 (Master)

器械を船に装備する。後方のゴムカバーを取りはずし、電源ケーブルを差込み電池に接続する。電池の正負、使用する電源ケーブルの種別と電池電圧の表示には、充分留意すること。電源ケーブルを電池に接続すると、Oven Lamp が点灯して後方の Fan が回転する。測定者は、L, T, スイッチを ON にする。約30秒経過したら、H, T, スイッチを ON にする。このとき、通話/測定スイッチは通話にしておく、Reg が20 μ A 以下の場合には電池不良。

キャビティーを前もって打合せた従局の目盛より約50下の点に設定する。X Tal Curr が、最大になるよう、リフレクタを同調する。

Switched Meter を A, V, C, にして、キャビティーを変えて、A, V, C, 最大になるようにする。このとき、従局の目盛より、50位上の点でも A, V, C, が最大となるが低い方で測定する。一般に A, V, C, は遠距離で、10~15 μ A, 近距離で、70~80 μ A であるが、普通は 40 μ A 位である。主局測定者は従局に通話/測定スイッチを測定にするよう指示する。

主局パターン周波数を A にしておくと、1,000サイクルの信号音が聞えて円形軌跡上に輝点が見えるはずである。もし円形軌跡が歪んで輝点が判らないときは、リフレクタ同調をとり直すか、パルスアンプの、つまみを反時計方向に回転させる。

カーソルを輝点に合わせて、数字カウンタを読みとる。これが、100m 以下の数値である。

次に、パターン周波数を、Dd に切り換えて、輝点の位置を読む。DA-Dd の頭の桁の数字が、100m 台の数値である。パターン周波数を C にして輝点の位置を読む。DA-Dc の、あたまたの数字が1,000m 台の数値である。従局に指示して、Local/Remote, スイッチを、Local とし、A-にするよう通話する。従局が、A-になったら主局も、Aパターンとして測定スイッチを入れる。

輝点の読みを、DA' とすると、 $\frac{DA-DA'}{2}$ が100m 以下の正しい値である。

従 局 (Remote)

陸上の三脚上に器械を設定する。後方のゴムカバーを取りはずし、電源ケーブルを差込み電池に接続する。電池の正負、使用する電源ケーブルの種別と電池電圧の表示には、充分留意すること。電源ケーブルを電池に接続すると、Oven Lamp が点灯して、後方の Fan が回転する。測定者は、L, T, スイッチを ON にする、約30秒経過したら、H, T, スイッチを ON にする、このとき、通話/測定スイッチは通話にしておく、Reg が20 μ A 以下の場合には電池不良。

リフレクタ同調をとり、X Tal Curr が最大になるように調整する。Local/Remote スイッチを、Remote にして主局と関係のない方向へ器械を向け、Sensitivity つまみを廻して、パターン切換えリレーが動作する手前のところに設定する。

キャビティーを前もって打合せた目盛に設定して、リフレクタ同調をとり、X Tal Curr 最大に調整する。リフレクタ同調は常に、通話/測定スイッチを通話にして調整する。

このとき、従局の目盛より、50位上の点でも A, V, C, が最大となるが低い方で測定する。

一般に、A, V, C, は遠距離で、10~15 μ A, 近距離で、

70—80 μ A であるが、普通は40 μ A位 である。

主局よりの指示を受け、スイッチを測定にして指示を待つ。主局パターン周波数と従局パターン周波数が一致するまで、ロータリースイッチが、カタ、カタ、動作するが、1,000サイクル音が聞えるところで、パターン周波数が一致して停止する。パターン表示灯のA+が点灯する。

ロータリースイッチが働いて、パターン表示灯、Dが点灯し、1,000サイクル音が聞える。

ロータリースイッチが働いて、パターン表示灯、Cが点灯して、1,000サイクル音が聞える。主局の指示に従って、Local とパターン切換えボタンを押して、A-が点灯するまで、ボタンを押す。A-になったら、そのことを主局に通話して測定にする。

原理の概要

2つの周波数変調された波、例えば(1)・(2)式で表わされる波。

$$e_1 = E_1 \cos(\Omega_1 t + mf_1 \cos \omega_1 t) \dots\dots\dots (1)$$

$$e_2 = E_2 \cos(\Omega_2 t + mf_2 \cos \omega_2 t) \dots\dots\dots (2)$$

ただし、 $\Omega_1 = 2\pi F_1$ 、 $\Omega_2 = 2\pi F_2$

$$\omega_1 = 2\pi f_1$$

Ω_1 主局搬送波角速度

Ω_2 従局 "

ω_1 主局パターン信号角速度

ω_2 従局 "

F_1 主局搬送周波数

F_2 従局 "

f_1 主局パターン信号周波数

f_2 従局 "

mf_1 主局変調指数

mf_2 従局 "

(1)・(2)式を展開すると、

$$e_1 = E_1 [J_0(mf_1) \cos \Omega_1 t - 2J_2(mf_1) \{\cos(\Omega_1 + \omega_1)t + \cos(\Omega_1 - \omega_1)t\} + 2J_4(mf_1) \{\cos(\Omega_1 + 2\omega_1)t + \cos(\Omega_1 - 2\omega_1)t\} + \dots + (-1)^n 2J_{2n}(mf_1) \{\cos(\Omega_1 + n\omega_1)t + \cos(\Omega_1 - n\omega_1)t\}] \dots\dots\dots (3)$$

$$e_2 = E_2 [J_0(mf_2) \cos \Omega_2 t - 2J_2(mf_2) \{\cos(\Omega_2 + \omega_2)t + \cos(\Omega_2 - \omega_2)t\} + 2J_4(mf_2) \{\cos(\Omega_2 + 2\omega_2)t + \cos(\Omega_2 - 2\omega_2)t\} + \dots + (-1)^n 2J_{2n}(mf_2) \{\cos(\Omega_2 + n\omega_2)t + \cos(\Omega_2 - n\omega_2)t\}] \dots\dots\dots (4)$$

となる。ただし、 $J_0 \cdot J_2 \cdot J_4$ は第一種の Bessel 函数である。

この装置の場合、変調指数は前節で説明したように0.5—1.0程度である。この場合、第7図から明らかな

うに、 $J_0 \cdot J_2$ と比較して J_4 以下の項は、係数として非常に小さいので、(3)・(4)式は、

$$e_1 = E_1 [J_0(mf_1) \cos \Omega_1 t - 2J_2(mf_1) \{\cos(\Omega_1 + \omega_1)t + \cos(\Omega_1 - \omega_1)t\}] \dots\dots\dots (5)$$

$$e_2 = E_2 [J_0(mf_2) \cos \Omega_2 t - 2J_2(mf_2) \{\cos(\Omega_2 + \omega_2)t + \cos(\Omega_2 - \omega_2)t\}] \dots\dots\dots (6)$$

(5)・(6)で表示しても差支えない。

これを非直線要素、例えば、クリスタルダイオードによって混合すると、どのようになるか考える。いま、混合器 (Mixer) の特性を、(7)式のような自乗検波特性とすると、

$$i = Ke^2 \dots\dots\dots (7)$$

このような混合器に2つの波を同時に入れると、

$$i = K(e_1 + e_2)^2 \dots\dots\dots (8)$$

(8)のようになる。これに、(5)・(6)を入れると

$$i = K [E_1 J_0(mf_1) \cos \Omega_1 t - 2E_1 J_2(mf_1) \{\cos(\Omega_1 + \omega_1)t + \cos(\Omega_1 - \omega_1)t\} + E_2 J_0(mf_2) \cos \Omega_2 t - 2E_2 J_2(mf_2) \{\cos(\Omega_2 + \omega_2)t + \cos(\Omega_2 - \omega_2)t\}]^2 \dots\dots\dots (9)$$

となり、(9)を分解して計算すると、

$$i = K \{ I + II + III + IV + V + VI + VII + VIII + IX + X \} \dots\dots\dots (10)$$

となる。ただし、I ~ Xは次の通りである。

$$I = E_1^2 J_0^2(mf_1) \cos^2 \Omega_1 t = \frac{1}{2} E_1^2 J_0^2(mf_1) +$$

$$\frac{1}{2} E_1^2 J_0^2(mf_1) \cos 2\Omega_1 t \dots\dots\dots (11)$$

$$II = 4E_1^2 J_2^2(mf_1) [\cos^2(\Omega_1 + \omega_1)t + \cos^2(\Omega_1 - \omega_1)t + 2\{\cos(\Omega_1 + \omega_1)t\}\{\cos(\Omega_1 - \omega_1)t\}] = 2E_1^2 J_2^2(mf_1) [1 + \cos^2(\Omega_1 + \omega_1)t + 1 + \cos^2(\Omega_1 - \omega_1)t + 2\cos\{\frac{(\Omega_1 - \Omega_1) + (\omega_1 + \omega_1)}{2}t\} + \cos\{\frac{\Omega_1 + \Omega_1 + (\omega_1 - \omega_1)}{2}t\}] \dots\dots\dots (12)$$

$$III = E_2^2 J_0^2(mf_2) \cos^2 \Omega_2 t = \frac{1}{2} E_2^2 J_0^2(mf_2) + \frac{1}{2} E_2^2 J_0^2(mf_2) \cos 2\Omega_2 t \dots\dots\dots (13)$$

$$IV = 4E_2^2 J_2^2(mf_2) [\cos^2(\Omega_2 + \omega_2)t + \cos^2(\Omega_2 - \omega_2)t + 2\{\cos(\Omega_2 + \omega_2)t\}\{\cos(\Omega_2 - \omega_2)t\}] = 2E_2^2 J_2^2(mf_2) [1 + \cos^2(\Omega_2 + \omega_2)t + 1 + \cos^2(\Omega_2 - \omega_2)t + 2\cos\{\frac{(\Omega_2 - \Omega_2) + (\omega_2 + \omega_2)}{2}t\} + \cos\{\frac{\Omega_2 + \Omega_2 + (\omega_2 - \omega_2)}{2}t\}] \dots\dots\dots (14)$$

まず、この項までについて考えてみると、 $\frac{\Omega_1}{2\pi} \cdot \frac{\Omega_2}{2\pi}$

は、それぞれ3,000MC帯であり $\frac{\omega_1}{2\pi} = 1.5 \text{ MC} \cdot \frac{\omega_2}{2\pi} =$

1.5MC—1KCであるから、①・②・③・⑤・⑥・⑦・⑧・⑩の項は約6,000MC, ④・⑨の項は, 3.0MCであるので, 中間周波増幅器の33MC, バント幅800KCを通過することは不可能。

次に,

$$\begin{aligned}
 V &= -4E_1^2 J_0(mf_1) J_2(mf_1) \cos \Omega_1 t \{ \cos(\Omega_1 + \omega_1) t \\
 &\quad + \cos(\Omega_1 - \omega_1) t \} \\
 &= -2E_1^2 J_0(mf_1) J_2(mf_1) \{ 2 \cos \Omega_1 t \cdot \cos(\Omega_1 + \omega_1) t \\
 &\quad + 2 \cos \Omega_1 t \cdot \cos(\Omega_1 - \omega_1) t \} \\
 &= -2E_1^2 J_0(mf_1) J_2(mf_1) \{ \cos(\Omega_1 - \Omega_1 - \omega_1) t \\
 &\quad + \cos(\Omega_1 + \Omega_1 + \omega_1) t + \cos(\Omega_1 - \Omega_1 + \omega_1) t \\
 &\quad + \cos(\Omega_1 + \Omega_1 - \omega_1) t \} \\
 &= -2E_1^2 J_0(mf_1) J_2(mf_1) \{ \cos(\underbrace{-\omega_1}_{12}) t + \cos(\underbrace{2\Omega_1}_{13}) \\
 &\quad + \underbrace{\omega_1}_{14}) t + \cos(\underbrace{\omega_1}_{15}) t + \cos(\underbrace{2\Omega_1 - \omega_1}_{16}) t \} \dots \dots \dots (15)
 \end{aligned}$$

$$VI = -4E_2^2 J_0(mf_2) J_2(mf_2) \cos \Omega_2 t \{ \cos(\Omega_2 + \omega_2) t + \cos(\Omega_2 - \omega_2) t \} \text{これを, (15)と同様に計算すると。}$$

$$VI = -2E_2^2 J_0(mf_2) J_2(mf_2) \{ \cos(\underbrace{-\omega_2}_{17}) t + \cos(\underbrace{2\Omega_2}_{18}) \\
 + \underbrace{\omega_2}_{19}) t + \cos(\underbrace{\omega_2}_{20}) t + \cos(\underbrace{2\Omega_2 - \omega_2}_{21}) t \} \dots \dots \dots (16)$$

となる。⑫・⑭・⑯・⑳は, 6,000MC帯 ⑪・⑬・⑮・㉑は, 1.5MC帯で, いずれも中間周波増幅器を通過することは不能。

次に,

$$\begin{aligned}
 VII &= 2E_1 E_2 J_0(mf_1) J_0(mf_2) \cos \Omega_1 t \cdot \cos \Omega_2 t \\
 &= E_1 E_2 J_0(mf_1) J_0(mf_2) \{ \cos(\underbrace{\Omega_1 - \Omega_2}_{22}) t \\
 &\quad + \cos(\underbrace{\Omega_1 + \Omega_2}_{23}) t \} \dots \dots \dots (17)
 \end{aligned}$$

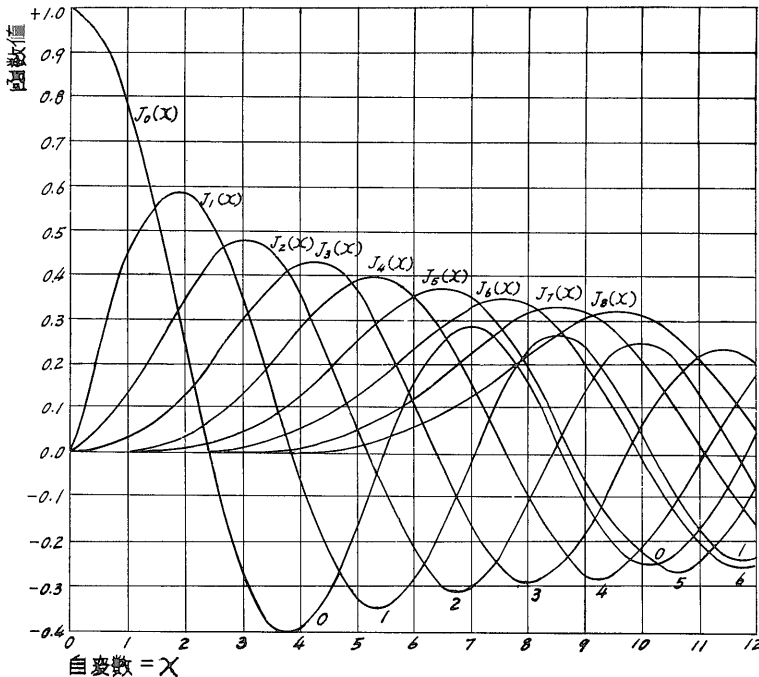
となり, $\frac{1}{2\pi}(\Omega_1 - \Omega_2) = 33\text{MC}$ であるから, ㉑は搬送波の成分を表わしている。㉒は, 6,000MC帯であるので通過不能。

次に

$$\begin{aligned}
 VIII &= -4E_1 E_2 J_2(mf_1) J_0(mf_2) \cos \Omega_2 t \{ \cos(\Omega_1 + \omega_1) t \\
 &\quad + \cos(\Omega_1 - \omega_1) t \} \\
 &= -2E_1 E_2 J_2(mf_1) J_0(mf_2) \{ \cos(\underbrace{\Omega_2 - \Omega_1 - \omega_1}_{24}) t \\
 &\quad + \cos(\underbrace{\Omega_2 + \Omega_1 + \omega_1}_{25}) t + \cos(\underbrace{\Omega_2 - \Omega_1 + \omega_1}_{26}) t \\
 &\quad + \cos(\underbrace{\Omega_2 + \Omega_1 - \omega_1}_{27}) t \} \dots \dots \dots (18)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 IX &= -4E_1 E_2 J_0(mf_1) J_2(mf_2) \cos \Omega_1 t \{ \cos(\Omega_2 + \omega_2) t \\
 &\quad + \cos(\Omega_2 - \omega_2) t \} \\
 &= -2E_1 E_2 J_0(mf_1) J_2(mf_2) \{ \cos(\underbrace{\Omega_1 - \Omega_2 - \omega_2}_{28}) t \\
 &\quad + \cos(\underbrace{\Omega_1 + \Omega_2 + \omega_2}_{29}) t + \cos(\underbrace{\Omega_1 - \Omega_2 + \omega_2}_{30}) t \\
 &\quad + \cos(\underbrace{\Omega_1 + \Omega_2 - \omega_2}_{31}) t \} \dots \dots \dots (19)
 \end{aligned}$$

となる。このなかで, ㉒・㉔・㉖・㉘は, 約6,000MC帯



第7図 原理の概要第一種ベッセル函数表

$$\cos(ucosx) = J_0(u) + 2 \sum_{n=1}^{\infty} (-1)^n J_{2n}(u) \cos 2nx \text{ 第一種ベッセル函数}(n=0\sim 8)$$

であるので通過不能。

⑳・㉑・㉒・㉓は、 $\frac{1}{2\pi}\{(\Omega_1-\Omega_2)\pm\omega_2\}$ 、または、 $\frac{1}{2\pi}\{(\Omega_2-\Omega_1)\pm\omega_1\}$ で、それぞれ、 $33\text{ MC}\pm 1.5\text{ MC}$ となるが、通過帯域幅は、3 db 点で幅、800 KC に設計されているので、この側帯波も通過不能。次に

$$\begin{aligned}
 X &= 8E_1E_2J_2(mf_1)J_2(mf_2)\{\cos(\Omega_1+\omega_1)t \\
 &+ \cos(\Omega_1-\omega_1)t\}\{\cos(\Omega_2+\omega_2)t+\cos(\Omega_2-\omega_2)t\} \\
 &= 8E_1E_2J_2(mf_1)J_2(mf_2)\{\cos(\Omega_1+\omega_1)t+\cos(\Omega_2 \\
 &+\omega_2)t+\cos(\Omega_1-\omega_1)t\cdot\cos(\Omega_2+\omega_2)t+\cos(\Omega_1 \\
 &+\omega_1)t\cdot\cos(\Omega_2-\omega_2)t+\cos(\Omega_1-\omega_1)t\cdot\cos(\Omega_2-\omega_2)t \\
 &= 4E_1E_2J_2(mf_1) \\
 &J_2(mf_2)\{\cos\{(\Omega_1-\Omega_2)+(\omega_1-\omega_2)t\} \\
 &+\cos\{(\Omega_1+\Omega_2)+(\omega_1+\omega_2)t\}+\cos\{(\Omega_1-\Omega_2) \\
 &-(\omega_1+\omega_2)t\}+\cos\{(\Omega_1+\Omega_2)-(\omega_1-\omega_2)t\} \\
 &+\cos\{(\Omega_1-\Omega_2)+(\omega_1+\omega_2)t\}+\cos\{(\Omega_1+\Omega_2) \\
 &+(\omega_1-\omega_2)t\}+\cos\{(\Omega_1-\Omega_2)-(\omega_1-\omega_2)t\} \\
 &+\cos\{(\Omega_1+\Omega_2)-(\omega_1+\omega_2)t\}\dots\dots\dots(20)
 \end{aligned}$$

となる。㉑・㉒・㉓・㉔は、6,000MC 帯で通過不能。㉕・㉖は、 $33\text{ MC}\pm 3\text{ MC}$ で、これも通過帯域幅の関係で通過不能。㉗・㉘は、 $33\text{ MC}\pm 1\text{ KC}$ であるので、この器械の中間周波増幅器で増幅され、A, M, 検波されるの

は、この成分である。

さらに厳密に考えて、 $J_4\cdot J_6$ 以上の高次の項まで計算すると、一般に、 $33\text{ MC}\pm 7(\omega_1-\omega_2)\text{ KC}$ なる成分が発生するが、第7図で明らかのように、 $J_4\cdot J_6$ の項は、 mf が0.5から1の範囲においては、 $J_0\cdot J_2$ と比較して、非常に小さいので、実用上問題とならない。

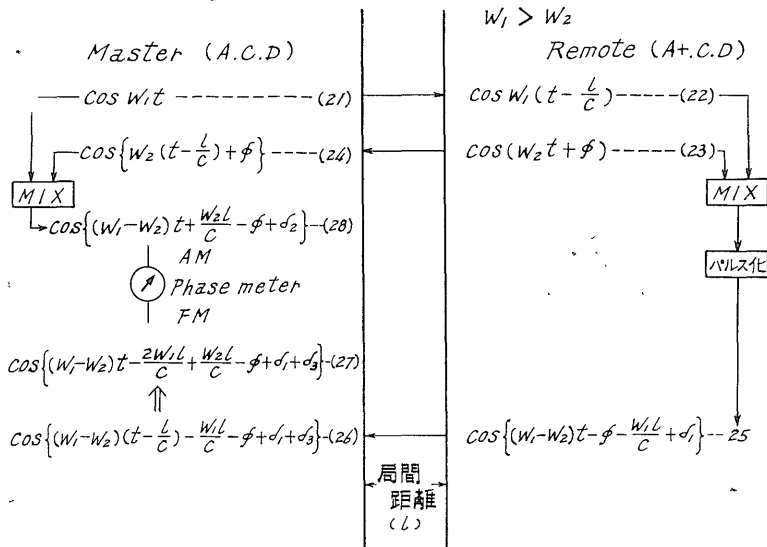
また、 $\frac{1}{2\pi}(\Omega_1-\Omega_2)=33\text{ MC}$ の搬送波成分は、AM 検波され除かれるので、距離測定の際には考慮しなくてよい。以上の関係を考慮して、主・従局間距離を l 、主局パターン周波数 A のときの角速度 ω_1 従局パターン、周波数 A のときの角速度 ω_2 としたときの主局、従局における、位相関係ダイアグラムを作成すると、第8図のようになる。

これらのダイアグラムを参考として、ハイドロヂストの測距原理を説明する。

1. $\omega_1 > \omega_2$, すなわち、主局 A, 従局 A+, または、D に対して、D, C, に対して、C の場合、いま、ある時刻、 t なる瞬間に主局より、

$$\cos \omega_1 t \dots\dots\dots(21)$$

なる電波を送信したと考える (一般には、(21)なる波で変調された電波であるが、実際は、AM 検波して、搬送は関係ないことが、わかっているので、簡単のため以下、同様に考える)。



第8図 主・従局における位相関係ダイアグラム(1)

従局における受信電波は、その同じ時刻 t においては、局間距離を l 、電波伝播速度を c とすると、 t 時より、 $\frac{l}{c}$ 時前に送信された波が到達するはずだから、

$$\cos \omega_1 \left(t - \frac{l}{c} \right) \dots\dots\dots (22)$$

である。一方従局での送信電波は、 ω_1 とは無関係に、

$$\cos(\omega_2 t + \phi) \dots\dots\dots (23)$$

が送信される。この式で ϕ は ω_1 と ω_2 の初期位相角を表わす。(23)で送信された波を、主局で受信したら、どのようなか考えてみると、従局で t なる時刻に、 $\cos(\omega_2 t + \phi)$ なる波を送信したのであるから、主局で受信される波は t 時より、 $\frac{l}{c}$ 時前の波であることは明らかで。

$$\cos \omega_2 \left(t - \frac{l}{c} \right) + \phi \dots\dots\dots (24)$$

で表わされる。この波を受信して自局の送信波 (21) と混合して、AM 検波すると、この章の前半で説明したように。

$$\cos \left\{ (\omega_1 - \omega_2) t + \frac{\omega_2 l}{c} - \phi + \delta_2 \right\} \dots\dots\dots (28)$$

なる波形が得られる。ここで δ_2 は主局回路内で混合検波される際の回路内遅延時間である。(28)は前章で説明したように、X 増幅器 V 301・V 302 で増幅して、C, R, T, の水平偏向板に、さらに、Y 増幅器、V 303

をへて、垂直偏向板に導かれて、円形軌跡となり、測定の際の基準位相となる。

一方従局の動作を説明すると、主局パターン周波数で周波数変調された波と、自局のパターン周波数で周波数変調した波を混合して、中間周波増幅をし、AM 検波する、この課程を式で表わすと、(22)・(23)式の積を求め、和、または、差周波数のうち、中間周波数を通過するものと考え、AM 検波すると、

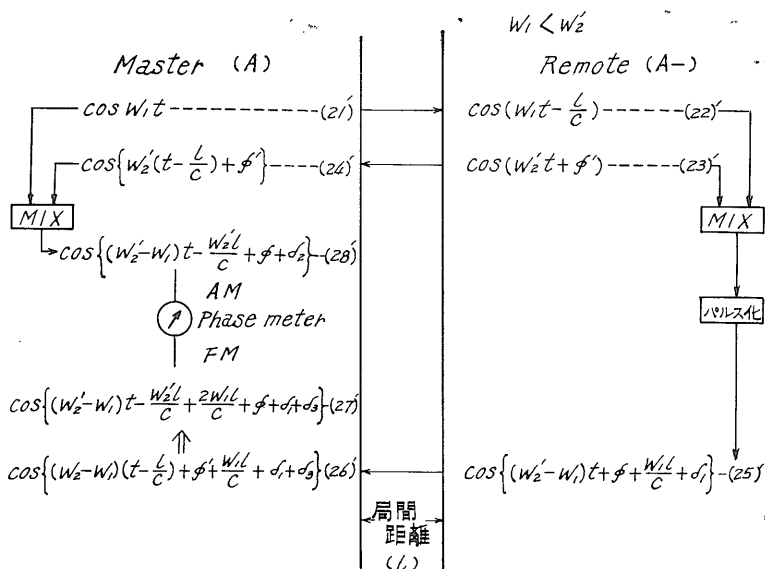
$$\frac{1}{2\pi} \left\{ (\omega_1 - \omega_2) t - \phi - \frac{\omega_1 l}{c} \right\}$$

なる周波数成分を持つものだけであることが明らかである。

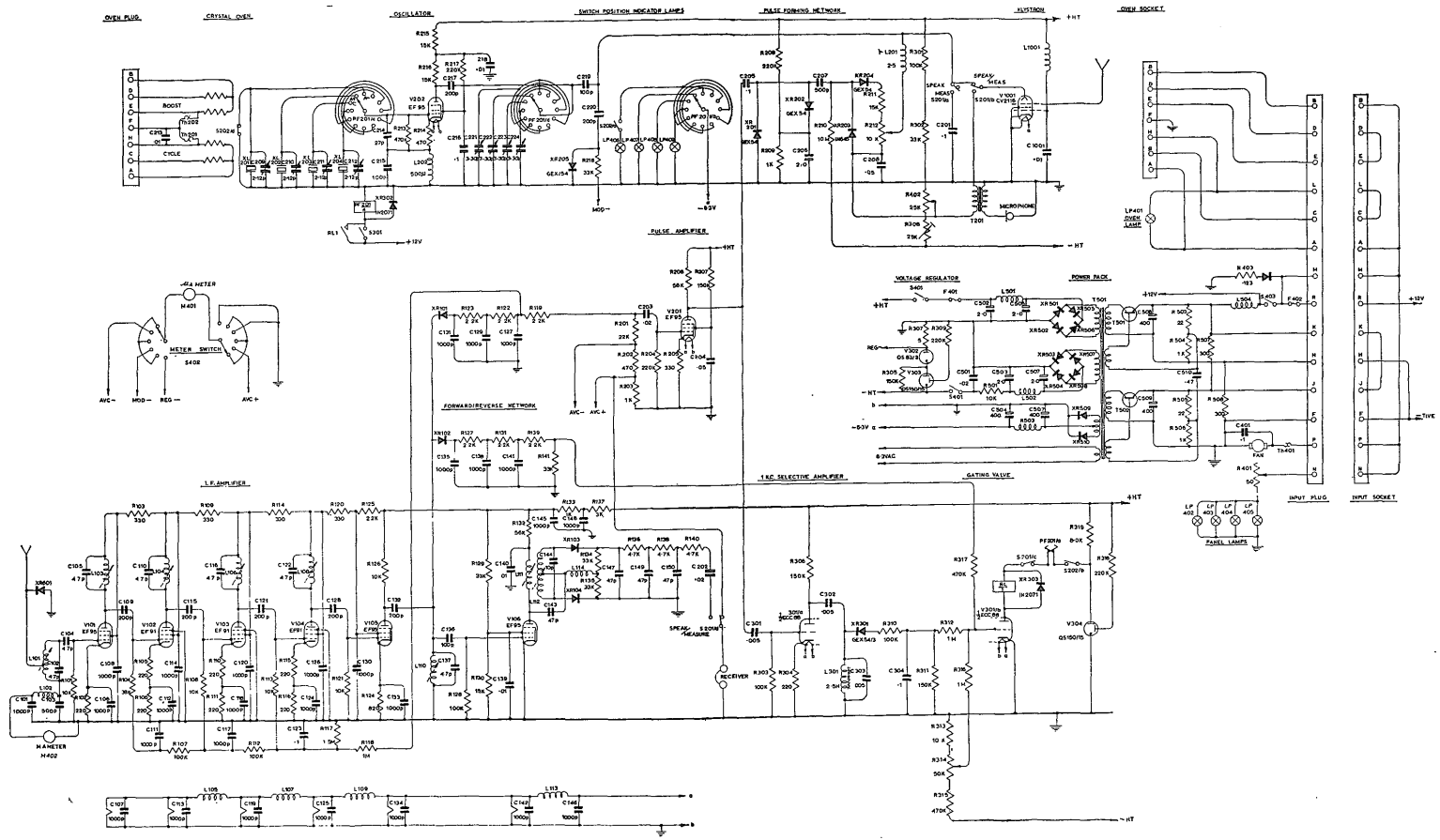
この周波数成分を説明すると、 $\frac{1}{2\pi}(\omega_1 - \omega_2)$ は 1,000 サイクルである。 $\frac{\omega_1 l}{2\pi c}$ は主局より従局まで、電波が到達する際に生ずる時間差成分で距離の情報を含んでいる。 $\frac{1}{2\pi}\phi$ は初期位相角で常数、いま、このような距離情報成分を持った 1,000 サイクルをパルス増幅し、この 1,000 サイクルの正の半波の立ちあがりに相当するパルスで周波数変調された波を、従局において考えると、

$$\cos \left\{ (\omega_1 - \omega_2) t - \phi - \frac{\omega_1 l}{c} + \delta_1 \right\} \dots\dots\dots (25)$$

(25)式のようなになる。この式で δ_1 は従局回路内における回路内遅延量である。



第 9 図 主・従局における位相関係ダイヤグラム(2)



C99/0022

OVERALL CIRCUIT DIAGRAM. MRB2 REMOTE

第11図 Remote ダイアグラム

この(25)なる電波が主局に到達したときの考え方は、前と同様 t 時なる瞬間に主局に到達している電波は、 $t - \frac{l}{c}$ 時のものであるから、主局の受信電波は、

$$\cos\left\{(\omega_1 - \omega_2)\left(t - \frac{l}{c}\right) - \frac{\omega_1 l}{c} - \phi + \delta_1 + \delta_3\right\} \dots (26)$$

である。ただし、 δ_3 は主局において、パルスが、C, R, T, の第一グリッドに加えられ、輝点となるまでの回路内遅延量である。(26)を書換えると、

$$\cos\left\{(\omega_1 - \omega_2)t - \frac{2\omega_1 l}{c} + \frac{\omega_2 l}{c} - \phi + \delta_1 + \delta_3\right\} \dots (27)$$

$$\cos\left\{(\omega_1 - \omega_2)t + \frac{\omega_2 l}{c} - \phi + \delta_2\right\} \dots (28)$$

(27)となる。これは、C, R, T, 上での輝点であるが、これだけでは、位相差は出ないで、(28)の位相と(27)の位相差、 D_A を求めると、(29)となる。

$$D_A = \frac{2\omega_1 l}{c} + \delta_2 - (\delta_1 + \delta_3) \dots (29)$$

2. 次に $\omega_2' > \omega_1$ なる場合を考えると、これは主局が、Aパターンで従局が、A-パターンのときである。この場合も(1)の場合と同様な考え方をすると、第9図の位相関係ダイアグラムができる。これを式にすると、

$$\text{主局より} \dots \cos \omega_1 t \dots (21)'$$

$$\text{従局で受信} \dots \cos \omega_1 \left(t - \frac{l}{c}\right) \dots (22)'$$

$$\text{従局より送信} \dots \cos(\omega_2' t + \phi') \dots (23)'$$

$$\text{主局で受信} \dots \cos\left\{\omega_2' \left(t - \frac{l}{c}\right) + \phi'\right\} \dots (24)'$$

(21)・(22)'を従局で混合パルス化して送信、

$$\cos(\omega_2' - \omega_1)t + \phi' + \frac{\omega_1 l}{c} + \delta_1 \dots (25)'$$

(25)'を主局で受信、

$$\cos\left\{(\omega_2' - \omega_1)\left(t - \frac{l}{c}\right) + \phi' + \frac{\omega_1 l}{c} + \delta_1\right\} \dots (26)'$$

(26)'を書換えると、

$$\cos\left\{(\omega_2' - \omega_1)t - \frac{\omega_2 l}{c} + \frac{2\omega_1 l}{c} + \phi' + \delta_1 + \delta_3\right\} \dots (27)'$$

(21)'と(23)'とを主局において、混合検波すると、

$$\cos\left\{(\omega_2' - \omega_1)t - \frac{\omega_2 l}{c} + \phi' + \delta_2\right\} \dots (28)'$$

となる、(27)'・(28)'の位相差、 D_A' は

$$D_A' = -\frac{2\omega_1 l}{c} + \delta_2 - (\delta_1 + \delta_3) \dots (29)'$$

となる、(29)と(29)'より、回路内遅延量を除いた位相差 D_{A0} は、

$$D_{A0} = \frac{D_A - D_A'}{2} = \frac{2\omega_1 l}{c} \dots (30)$$

となり、回路内遅延量が消去される。

しかし、海上における位置測定の性質上、瞬時も同一

地点に停止することが困難なので、普通は陸上固定点において、 $D_A \cdot D_A'$ を測定して回路内遅延量 δ を求めらる。

$$\delta = \frac{D_A + D_A'}{2} = \delta_2 - (\delta_1 + \delta_3) \dots (31)$$

(31)と(29)式より、 D_{A0} を求めると、

$$D_{A0} = \frac{2\omega_1 l}{c} D_A - \delta \dots (32)$$

として、一回の測定から位相差を求め、これから距離を計算する方がより実際的である。

次に、 ω_1 角速度、 f_1 をパターン周波数、 λ_1 パターン波長、 c 電波伝播速度とすると、

$$\omega_1 = 2\pi f_1 = \frac{2\pi c}{\lambda_1} \dots (33)$$

なる関係があるから、位相差、 D_{A0} は(30)より、

$$D_{A0} = \frac{2\omega_1 l}{c} \dots (30)$$

$$= \frac{2 \cdot 2\pi \cdot l}{\lambda_1}$$

$$l = \frac{D_{A0} \lambda_1}{4\pi} \dots (34)$$

D_{A0} は、この器械では $360^\circ = 2\pi$ を100等分している

$$l = \frac{2\pi}{100} \cdot D_{A0} \cdot \frac{1}{2\pi} \cdot \frac{\lambda_1}{2} \dots (35)$$

この器械の λ_1 は200mに設計されているので、

$$l = \frac{1}{100} D_{A0} \cdot \frac{200}{2} = D_{A0} \text{メートル} \dots (36)$$

結局位相差計の読みは直接メートルで表示されることになる。

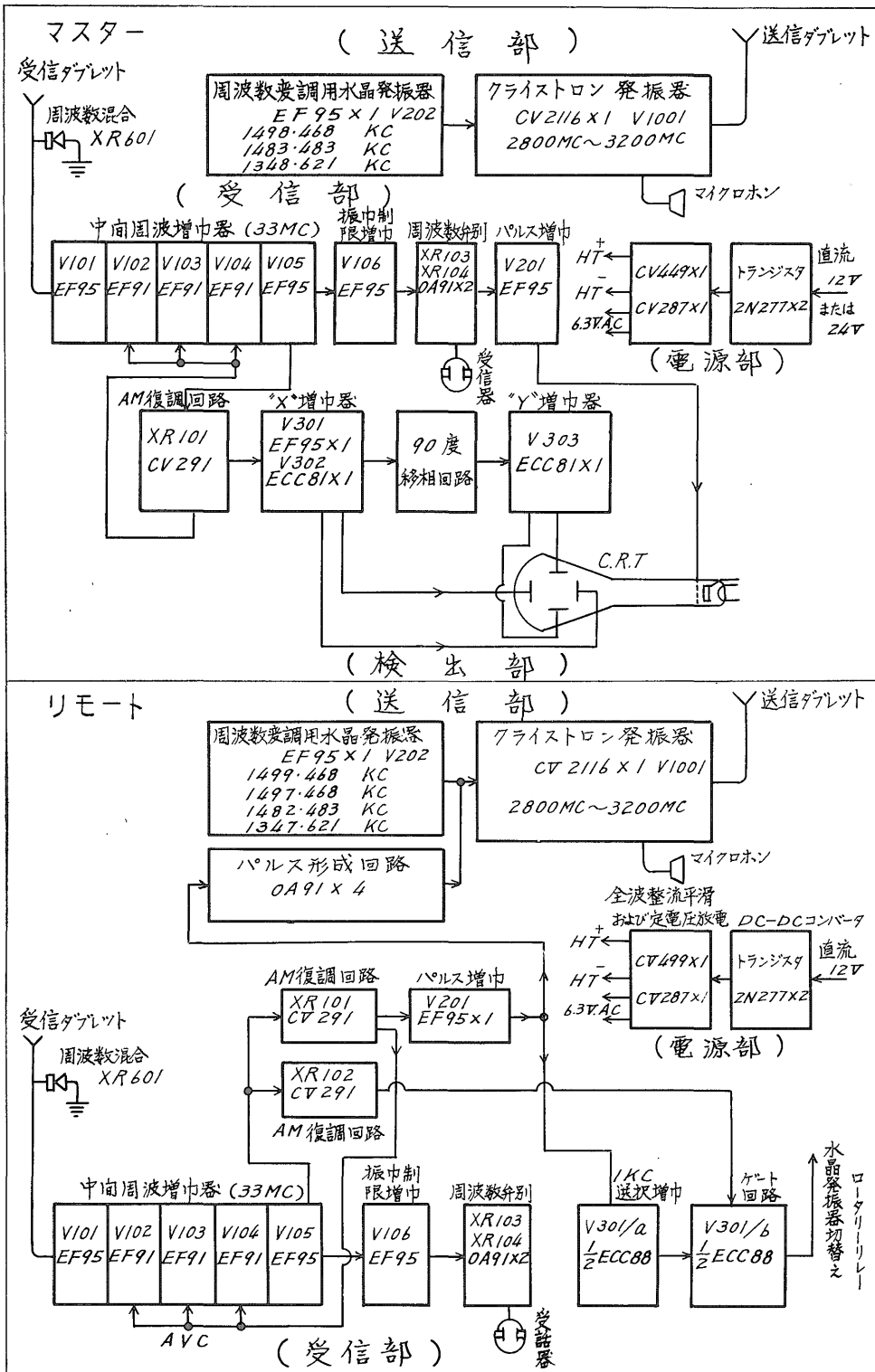
3. 100m台・1000m台の測定原理

今までの説明は100m以下の測定原理を述べたが、例えば、30mと測定しても130mか、230mかあるいは1230mか、全然判定することができない。これを知るために考えられた方法が、D, C-パターンの考え方である。

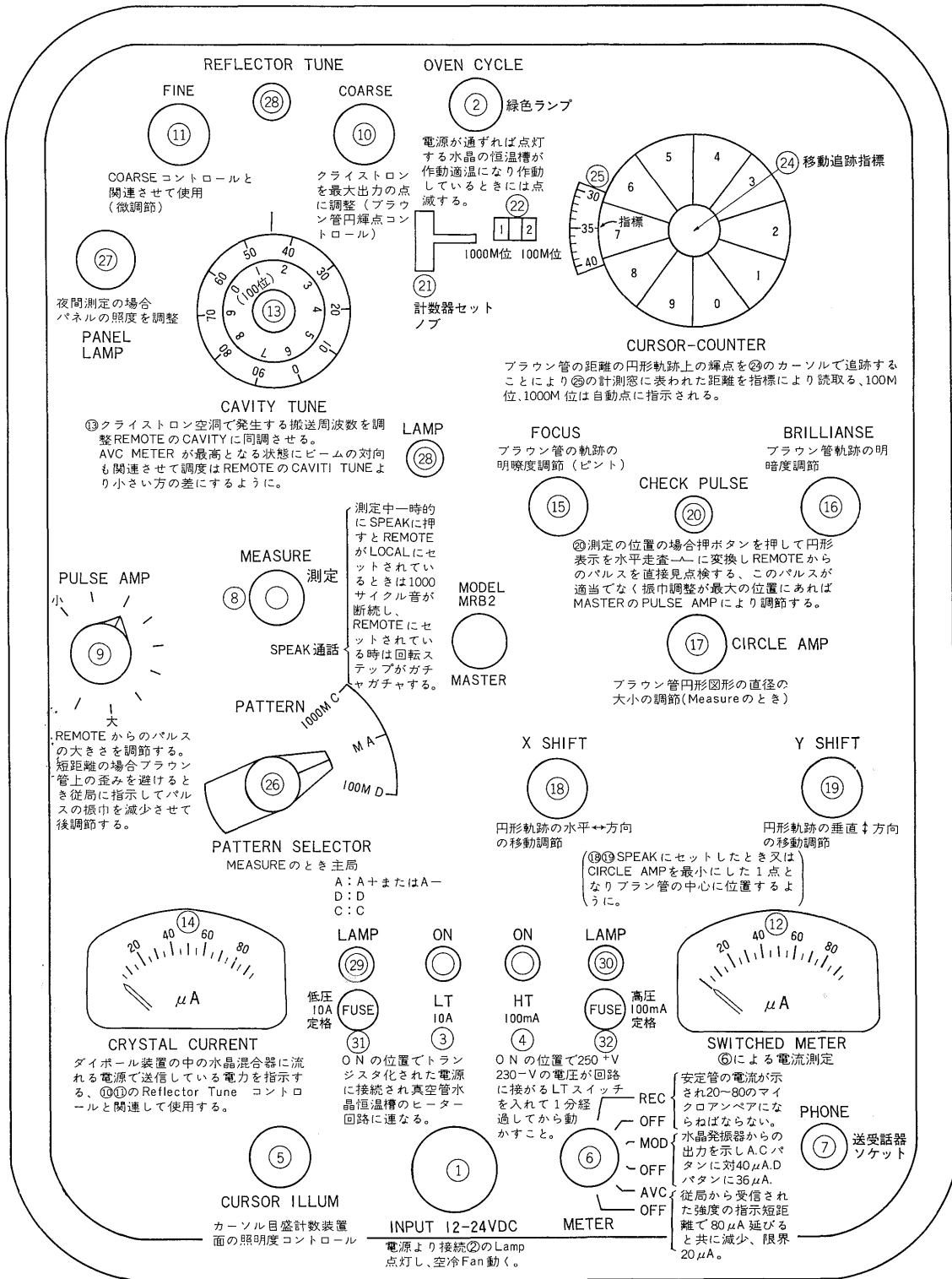
本来は、 $10\lambda_1(2000\text{m})$ 、 $100\lambda_1(20,000\text{m})$ なる波長を持つ、パターン周波数で測定することががのぞましいが、1.5MC、150KC、15KCと周波数の極端に異なる波を、発振、増幅、検波するのに、1つの回路系で動作させることは電氣的に困難であり、また、多チャンネルの、回路系を持つことは、局の移動性、経済性から不利との考え方で、この器械では、次のような方法で、これを解決している。

4. 100m台の測定

100m台の値を測定するためには、Aパターンで測定した位相差 D_A より、Dパターンで測定した位相差 D_D を引き、その値を10倍する方法をとる。



第 12 図 MRB-2 ハイドロテスト系統図



第 13 図 主 局 操 作 図 表

ハイドロヂスト航行中における上位単位測定法

I. 航行測定開始をAパターンにして、カーソルを0の位置にする。
船の運行、従局の位置により位置の輝点は右又は左に円輝上を運行する。

カーソル0のとき指標上の数は50を示す。

II. ●輝点がカーソルを通過の瞬間に、スイッチをDパターンに切換。Dパターンの輝点○が $\frac{7}{9}$ に来たとすれば、700mを呼称記録し、すぐに+Aパターンに切換る。

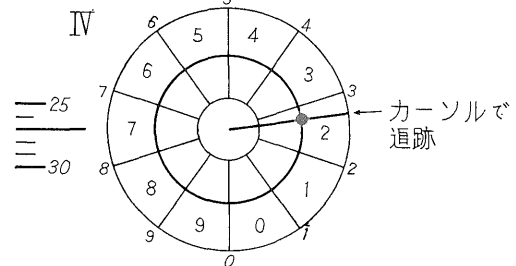
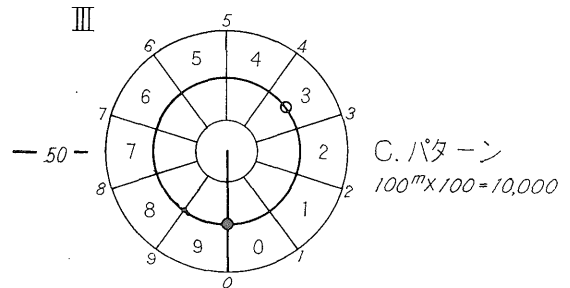
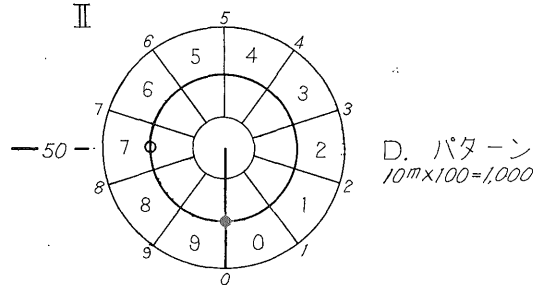
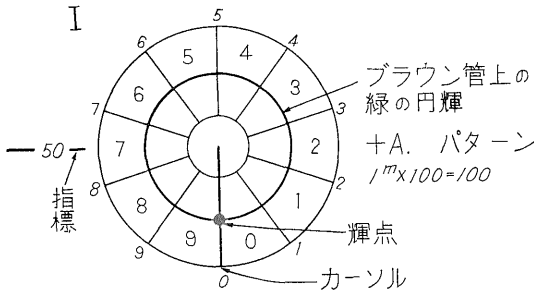
III. ●輝点がカーソルを通過の瞬間に、スイッチをCパターンに切換、Cパターンの○輝点が $\frac{8}{3}$ に来たとすれば3000mを呼称記録し、すぐに+Aパターンに切換る。

IV. IIIより+Aパターンに切換えた瞬間カーソルで●輝点を追跡し、"信号音"でその瞬間の27mを標示窓の指標で読取る。

V. IIにおいて700mを記録し船が従局より遠ざかるときは、カーソルの0待1回で+100mをし800mとなる。よつて、

$$\begin{aligned} C \text{パターン} &= 3000 \\ D \text{ " } &= 800 \\ A+ \text{ " } &= 27 \\ \hline &= 3827m \end{aligned}$$

となり、爾後はA+パターンだけでカーソルにより追跡し、信号音の都度、標示窓により全数値を読取る。



第 15 図 ハイドロヂスト航行中における上位単位測定法

主局の D パターン周波数 f_D と主局の A パターン周波数 f_A との関係は、

$$\begin{aligned} f_D &= f_A - \frac{1}{10} f_A \dots\dots\dots (37) \\ &= 1498, 468 - 149, 847 (\text{KC}) \\ &= 1348, 621 (\text{KC}) \end{aligned}$$

となっている。A パターンでの位相差、 D_{A_0} は、

$$D_{A_0} = \frac{4\pi f_A l}{c} \dots\dots\dots (38)$$

D パターンでの位相差、 D_D は、

$$D_D = \frac{4\pi f_D l}{c} \dots\dots\dots (39)$$

$$D_{A_0} - D_D = \frac{4\pi l}{c} (f_A - f_D) \dots\dots\dots (40)$$

(40)に(37)の関係を入れると、

$$D_{A_0} - D_D = \frac{4\pi l}{c} \left\{ f_A - \left(f_A - \frac{1}{10} f_A \right) \right\}$$

$$= \frac{4\pi l f_A}{10 \cdot c} = \frac{4\pi l}{10 \lambda_A} \dots\dots\dots (41)$$

となる。

$$l = \frac{10 \lambda_A (D_{A_0} - D_D)}{4\pi} \dots\dots\dots (42)$$

となる。この器械は 2π を 100 等分しているの。

$$l = \frac{2\pi}{100} \cdot \frac{10 \lambda_A}{4\pi} (D_{A_0} - D_D) \dots\dots\dots (43)$$

λ_A は 200m であるから、

$$l = 10 (D_{A_0} - D_D) \dots\dots\dots (44)$$

となり、 $D_{A_0} - D_D$ の 10 倍したものが、100m 台を示すことは明らかである。これによれば、10m 台の数値も測定されるが、実際には A パターンで測定した方がより精密なので、100m 台の数値のみを採用する。

5. 1,000m 台の測定

1,000m 台の測定をするためには、Aパターンで測定

した位相差, D_A より C パターンで測定した位相差, D_C を引き, その値を 100 倍する方法をとる。主局の C パターン周波数 f_c と, 主局の A パターン周波数 f_A との関係は,

$$f_c = f_A - \frac{1}{100} f_A \dots\dots\dots(45)$$

$$= 1498, 468 - 14, 985 (\text{KC})$$

$$= 1483, 483 (\text{KC})$$

となっている。A パーンの位相差 D_{A_0} は,

$$D_{A_0} = \frac{4\pi f_A l}{c} \dots\dots\dots(46)$$

C パターンの位相差 D_C は,

$$D_C = \frac{4\pi f_c l}{c} \dots\dots\dots(47)$$

$$D_{A_0} - D_C = \frac{4\pi l}{c} (f_A - f_c) \dots\dots\dots(48)$$

(48) に (45) の関係を入れると (41) と同様にして,

$$D_{A_0} - D_C = \frac{4\pi l f_A}{100c} = \frac{4\pi l}{100\lambda_A} \dots\dots\dots(49)$$

$$l = \frac{100\lambda_A (D_{A_0} - D_C)}{4\pi} \dots\dots\dots(50)$$

となる。 2π を 100 等分している性質と, λ_A , 200 m なる関係を入れると。

$$l = \frac{2\pi}{100} \cdot \frac{100\lambda_A}{4\pi} (D_A - D_C) \dots\dots\dots(51)$$

λ_A は 200 m であるから

$$l = 100(D_A - D_C) \dots\dots\dots(52)$$

となり, $D_A - D_C$ を 100 倍した数値が得られる。この場合 100 m 台も読みとれるが, 精密度の関係で, D パターンで測定したものを優先することは, 前の場合と同じである。

一般に回路内遅延量は小さいように調整されているので, 実用上に (44) と (52) はそれぞれ,

$$l = 10(D_A - D_C) \dots\dots\dots(53)$$

$$l = 100(D_A - D_C) \dots\dots\dots(54)$$

としても実用上差支えない。これは D パターン, C パターンの測定値を A パターンの測定値から引けばよいということである。

10km 以上の距離についての判別法はないが, これは概位より設定してもよいので特に, これを測定する装置はついていない。

3. 実験調査と主担当内容

本機の導入はわが国では, 地質調査所が始めてであり, そのために各部の電氣的試験・実験とその特性を明らかにし, 装備の改良試験を行なって, 各種の調査に同調させるために, 38年3月の性能試験から42年の調査まで, 次

の一覧表 (第 1 表) のような経過で実験を実施した。機器の操作は専従者を決めて連続修練をすることが必要であったが, 海上実験の実働日数は延 1 カ月余りの短期間であり, 各種の事情のためその都度操作担当者を変更して実験を行なった。

4. 機能試験および調査測定実験

4.1 第 1 回機能試験の目的と経過

“ハイドロヂスト” はテルロメーター方式による海上用測定機としての, 最初の完成機であり, したがって日本近海における実験資料などもなく, 機器の性能試験と測定値の信頼度の確認, および機器操作基礎修練の目的をもって, 38年3月神奈川県湘南海岸付近で実施した。測定値の比較検証のための測地精密距離算出に, 国家基本三角点の大磯浅間山一等三角点を基準に選定し, 同三角点標石より, 9, 312m 海岸側に偏心した標高 181. 86m の地点に, 主局測点 No. 1 を決定し, 指向角度測定装置をもつ, 当所特種技術課において試作した実験台を設置した。

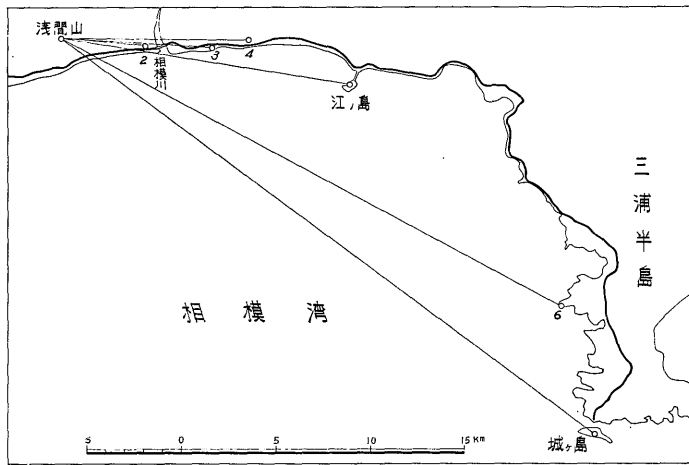
同一地点において, 海上測定と同一条件の海面を挟み各値距離を計測できる地域の撰定は得難く, 試験計画では, 1 km, 5 km, 10 km, 15 km, 20 km, 30 km, 40 km と標準値を得られる場所を予定したが, 地形的にも測定能率的にも非常に困難であり, 理論的には電波の海上伝播と陸上伝播路に微量の差違があるが, 東京より近距離で一定点より一応長短各距離を計測できることを理由に試験地を決定した (第 16 図)。

三浦半島の城ヶ島測点 No. 7 は三角点標石中心に設置できたが, 他の点はそれぞれ付近の基本三角点より電波障害物を避けた場所に, 厳密な偏心測定や, 三等三角に準ずる精度を持つ三角網を新たに設け位置を求め, それぞれの標高に対応した斜距離を測地的に決定した (第 17 図)。ハイドロヂストは最小読定値 1 m で, 船上測定時は通常航行移動中で所定の瞬時 1 測回の直後その値を, 記録, 図示を必要とするため, その値は測定路の大気屈折率の標準を 1. 000330 とした電波の平均速度に内部機構的に調整され, m 単位で直読できるようになっているが (屈折率 n が 1. 000330 のとき補正が零となるよう信号周波数が選定されている) 精度試験のため固定した大地の両点において数測回の反復測定の中数値から, 高精度の値を求めるため, 温度, 湿度, 気圧を同時に記録して標準値との差より補正数を求め (第 2 表) 精密値を定める。本試験時, 航行移動測定の条件を陸上において, 近似的に実施するため両主局を, トラック上に装備して走行し, 従局固定点との変化値の記録も一部得られた。

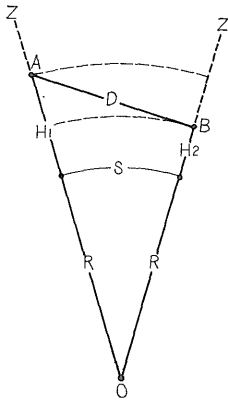
第 1 表 ハイドログレスト野外実験および結果の検討経過内容

年 度	実験地域	出 限 期 間 日 数	船上実動 日 数	担 当 者					摘 要
				測 定 値 野 外 点 検	主 局 操 作	従 局 操 作	庁 内 解 折 検 討	測 定 装 置 改 良 試 作	
37	大磯湘南海岸 陸上試験	38年3月12日～16日=5日 5人	(陸)3日	岩 崎	岩向桑佐 崎井橋形藤	石 桑 佐 橋 形 藤	岩佐勝 崎藤藤目	岩 青 崎 木	器機操作と測地既知点における測定 値比較 放射電波指向の有効度測定
38	東京湾勝山 海上試験	38年6月14日～23日=10日 3人 3人 1人	5日	今中森岩 吉西崎	向 桑 石 井 形 橋	石 桑 向 橋 形 井	岩 佐 勝 崎 藤 目	岩 青 崎 木	船上における器機操作 海上第2日目一局故障のため決定船 位求められず 一局毎の走行測定
	大磯一城ヶ島	7人 1日	陸上外勤	岩 崎	向 石 桑 井 橋 形	佐 向 藤 井	岩 佐 勝 崎 藤 目		長距離絶体観測試験
	多摩川岸	4人 1日	陸上外勤	岩 崎	岩 向 崎 井	佐 藤 (川野)			航行測定理論証明観測
39	東京湾木更津 海上実験	41年2月5日～3月6日=10日 3人 3人	3日	今中岩 吉西崎	向 石 井 橋(中西)	勝 青 目(石橋)	岩 勝 崎 目	岩 青 崎 木	海上位置決定実験的成功
40	大分県国東 調査同調	40年10月27日～11月3日=18日 2人 2人 1人	6日	中 岩 西 崎	中 青 西 木	勝 小 目 川	岩 勝 崎 目	岩 青 小 崎 木 川	地質調査に同調実験 (海底地形, 資料採集) 急速方向変換, 動揺, 震動に対処す る課題を残す。
41	有明海域海上 共同目的東京 大学同時実験	41年7月19日～29日=11日 1人(地 質) 11日 2人(水路部) 11日 (東京大学国費)	4日	中 岩 西 崎	中 (上野義三)	上 野 (三井鉱山)	岩佐勝宮 崎藤藤目	岩 和 竹 崎 田 内	ハイドログレスト: 写真セオドライド : 陸上トランシットの三手法による 精度, 能率比較実験
	東京湾保田沖 新 装 備 調査同調条件	42年3月21日～28日=8日 2人 3人 1人 2人	4日	今中森岩 吉西崎	松田 大竹(吉田)	青木 小川・大竹 ・松田	岩 佐 勝 崎 藤 目 ・宮 田	岩 小 小 崎 川 川 ・青 木 内	新装備により実験測定成功
42	響 灘 志賀島海域 物理探査同調	42年7月26日～8月18日=24日 2人 2人	13日	岩 崎 (吉田忠弘)	(吉田) 磯	青 小 木 川	岩勝磯宮 崎藤藤目	岩 青 小 崎 木 川	海底物理探査と同調測定 自動展開成功

注: (上野義三) 海上保安庁水路部, (吉田忠弘) 三洋水路株式会社, (三井鉱山) 大牟田鉱業所測量士。



第16図 陸上実験地測点位置図



R=地球の半径
 S=三角測量により算出した辺長
 (中等海面投影長)
 $H_1, H_2 = A, B$ 2点の標高三角測量により算出
 O=地球の中心
 D=ハイドロ測定の斜距離(直距離)

第17図 測地斜距離算出図

4.2 湘南海岸地区試験結果と考察

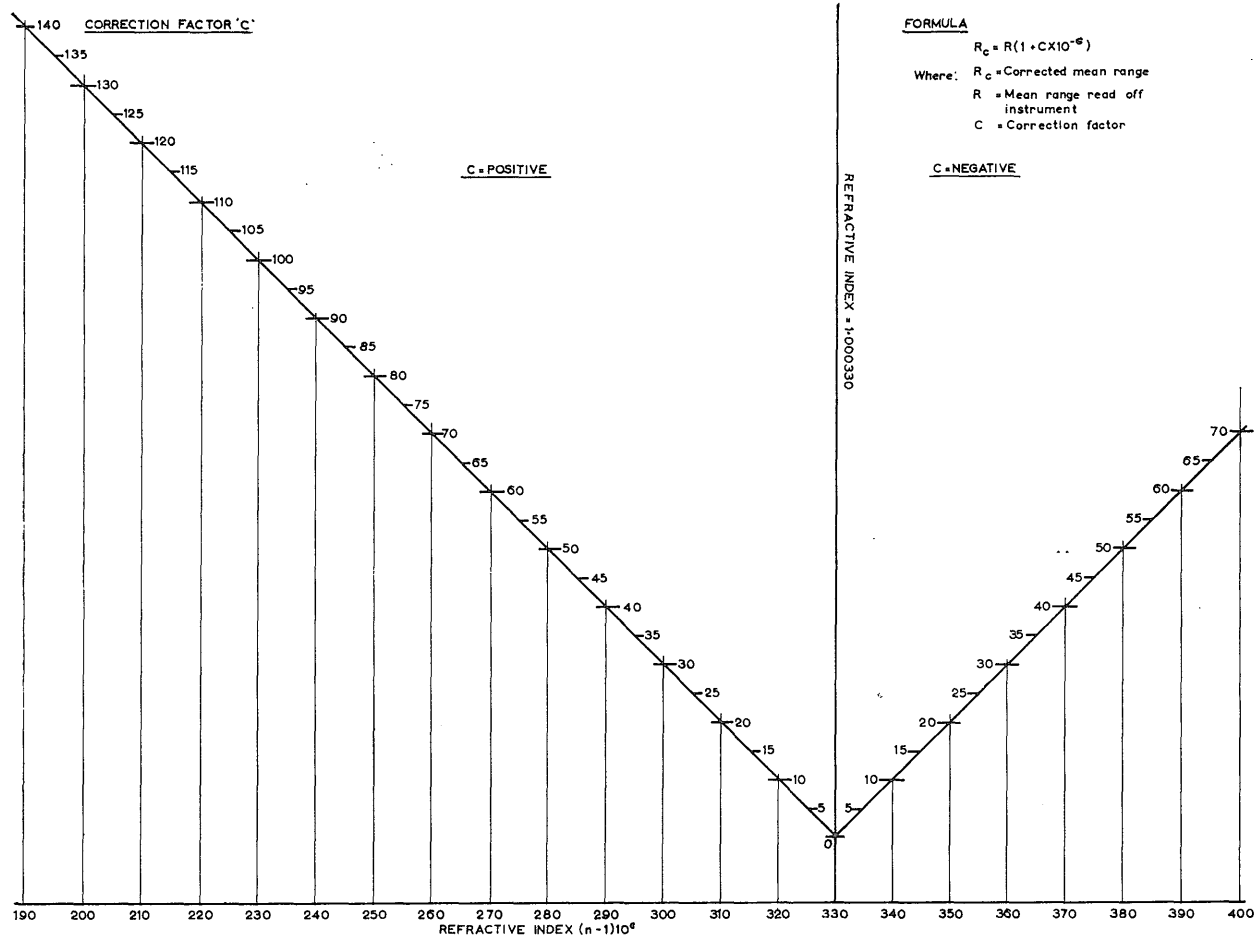
浅間山 No.1 主局と各従局間の絶体観測の結果(第3表)の値を得た。試験期間は関東地方数年ぶりの大雪の直後で一部に残雪がある気象条件であったが、測定誤差は距離の遠近に関係なく Hydrodist の公称する精度1.5 m内外であることを確認した。指向度は実験台上による指向測定を No.4 測点間において実施し、水平指向半弦角20度、高低半弦角18度と仕様の値において測定出来ることも確認した。トラック上における移動測定は折悪く霧雨から雨天となったが、No.3 路線上に停止(停船想定)測定を行なって、No.4 に向い進行測定を開始した、No.4 測点直交路上において停止し検測の結果走行距離と、点間計算距離との比較差 10m 余となったが、これは道路の曲折と、電波伝播路に入った通過自動車による障害結果と考えられる、江の島 No.5 測点方向に対して

は、雨中であったが、受信感度に影響がなく測定可能であることも確かめられた。浅間山方向に対しては No.1 従局地点が大雨であることと双アンテナの下段部がトラック車台に近接していたことに起因したか、確定値の記録が出来なかった。本試験担当者の大部は初めての機器操作であったが、同一既知点間における、厳冬、酷暑など気象条件のおよぼす影響や、操練を兼ねて、実施し、機器箇々の特性を知る必要のあることを痛感した。

4.3 第1回海上機能試験目的経過

38年6月東京湾勝山海域で、船上における初めての計測試験。操練と調査時に対応する実施計画に対する資料収集の目的をもって試験を行なった。この試験は海上保安庁水路部専門技術官の参加のもとに実施した。陸岸従局基地の設置に測地的成果を求めため、岩崎・向井・石橋技官によって、従局機材運搬の便を考慮して、鋸山脚下の明鐘崎岩壁上および洲崎南端の岩壁上に、測地三角網を誘導するため先行して、三角測量を実施し従局基点を決定した。試験に使用した測定船は保田港所属の旧三栄丸14.9 t 焼玉エンジンの運搬船で、操舵室上に主局双胴アンテナを海面上3mに設置して、基地港勝山より出航陸岸より 3km、明鐘崎より約7km、洲崎より約15kmの海上において停船基本測定を開始した。両従局とも電話連絡は可能であったが、洲崎従局に対しては位置測定値を得ることが出来なかったので洲崎方向に転進し約 8 km に近接各パターンの値を記録することができた。しかしその位置においては明鐘崎方向に対して測距受信が不可能になった。この原因は従局高に対する電波到達有効距離が理論式通りでは不足することと判定した(第18・19図)。そのために明鐘崎従局を鋸山三角点西峰の展望台標高 280 m に移動し、洲崎従局を洲崎灯台標高45mに移

第 2 表-1 屈折補正グラフ



海上用電波測位機ハイドロスタの実験結果について (岩崎一雄他18名)

第 2 表—2 屈折補正グラフ

FORMULA : $(n-1)10^6 = \frac{103.46}{273+t} (P+E)$

where $E = \frac{4744}{273+t} e$

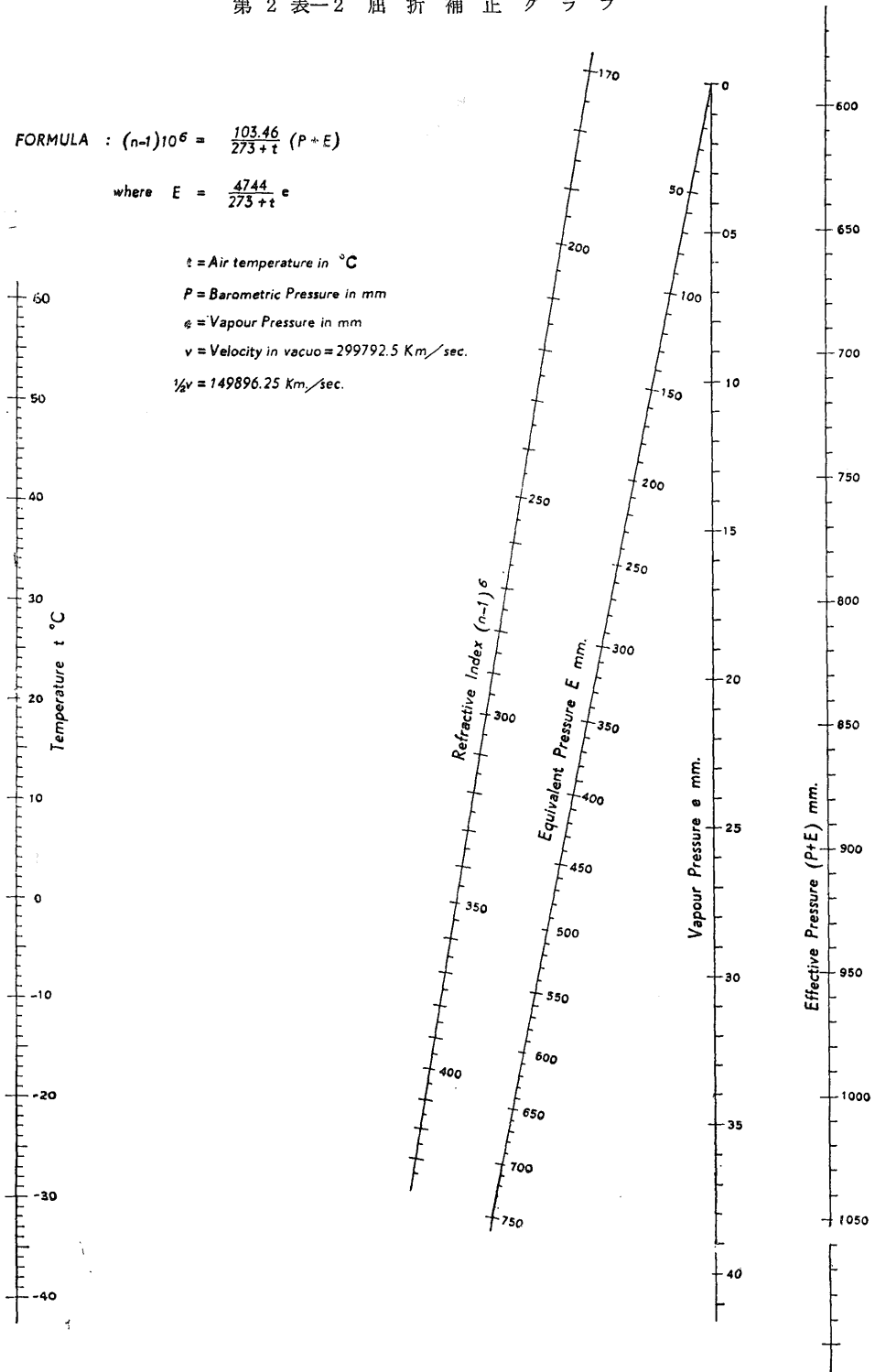
t = Air temperature in °C

P = Barometric Pressure in mm

e = Vapour Pressure in mm

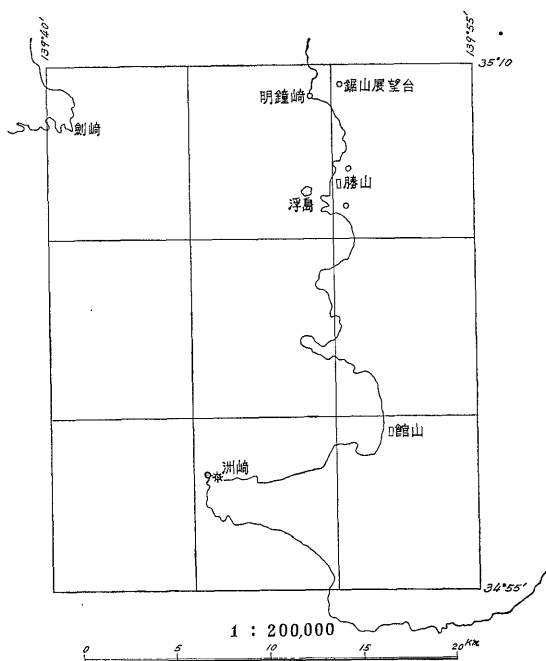
v = Velocity in vacuo = 299792.5 Km/sec.

$\frac{1}{2}v = 149896.25$ Km/sec.



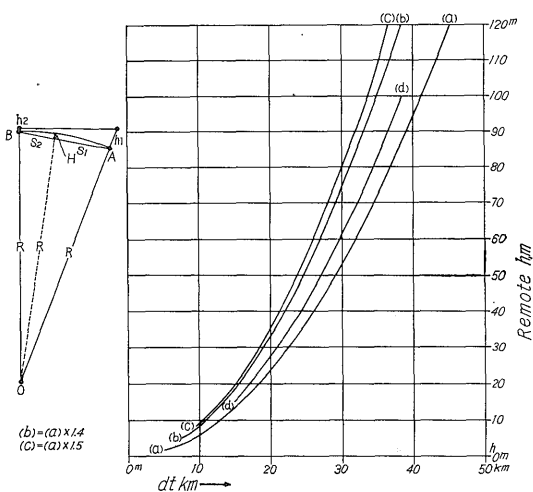
第 3 表 陸 上 試 験 結 果

主 局		従 局		G測地精 密斜距離	E 電 波 観測中数	D 補 正 測定距離	G-E	G-D	E 中等誤差	精 度
測点	標 高	測点	標 高							
No. 1	181.86 ^m	No. 2	12.43	4616.60	4618.14	4618.07	-1.54	-1.47	±0.303	$\frac{1}{4141}$
No. 1		No. 3	11.54	7814.35	7812.75	7812.59	+1.65	+1.60	±0.750	$\frac{1}{4884}$
No. 1		No. 4	12.35	9408.16	9409.79	9409.88	-1.63	-1.72	±0.286	$\frac{1}{5470}$
No. 1		No. 6	20.51	29815.21	29816.89	29816.71	-1.68	-1.50	±0.324	$\frac{1}{19877}$
No. 1		No. 7	29.92	34899.42	34900.78	34899.28	-1.36	+0.18	±0.101	$\frac{1}{193886}$



第 18 図 第 1 回海上試験位置関係図

設した。この日は曇天で鋸山付近は霧雨となり従局機器に付属しているビニール製カバーを覆い測定に入ったところ、湿気と熱が原因となったか、発信が停止したためやむを得ず洲崎局方向の送受信計測を、観測船の速度変更。停船測定等の資料を取めることにとどめ、基地において分解点検した結果、パワーバックの故障を生じていることを発見、主局の部品を従局機器に取付け、主局は一局のみとし両従局を作動させることとし第 4 日目の海上試験と操作訓練に入った。沖合 6 km 余において停船して両従局別箇に位置測定の記録を取めたが、停船中波浪による動揺と風による船の移動等で、C、D パターンの指示値の検証判定に苦しむような結果をしばしば生じたが、



Hydrodist. dt: 有効距離 km, h: Remote 所要高

$$K = \frac{4}{3} \text{ とし } KR = 8.5 \times 10^6 \text{ (m)}$$

$$dt = 4.12 \sqrt{h} \dots (a) \quad dt = 4.12(\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})$$

地球展望半径. A-B=S 展望半径km, K=0.14 折光係数
R=6370km 地形半径, B=φ36° として

$$S = \sqrt{\frac{2R}{1-K} - h} \dots (d)$$

地球湾曲差. h1, h2=従局高と主局高, H=中間島, 岬等高
s1, s2=主従局より中間点に至る水平距離

$$H = \frac{h_1 s_2 + h_2 s_1}{s_1 + s_2} = \frac{4s_1 s_2}{51}$$

$$S = 10\text{km} : H = 1.96\text{m}, S = 20\text{km} : H = 7.85\text{m}$$

$$30 : 17.66 \quad 40 : 31.39$$

第 19 図 電波到達所要高と地球曲率関係

一定速度による羅針盤方位と従局に向う直線航法によって、Aパターン回転毎 100m に対する所要時間記録測定などから航行計測中における安定度の信頼を得た。第 1 回の海上実験を前記事情により打ち切り、鋸山展望台測点と洲崎灯台測点間において、固定精密機能試験を実施し性能の再確認を得た。

4.4 海上試験結果と考察

第4表 停船中の基本測定例

June 20 1963
Master No. 2 Cavity 666
Remote No. 2 " 600

A+ C	A+ D	A+ A-	>パターン	判定
12	54			
45	45	45	1/2	
13	75	52		
32	70	93	46	3746
68	68	68		
35	91	36		
33	77	32	32	3732
79	79	79		
45	3	24		
34	76	55		3755
88	88	88		
56	12	95		
32	76	93	46	3746
99	99	99		
70	23	1		
39	76	98	49	3749
12	12	12		
78	31	90		
34	81	22		3711
20	20	20		
85	40	81		
35	80	39	20	3720
30	30	30		
98	53	73		
32	77	57	28	3728
12	59			

停船中であつても測定していないため、船の移動がAパターン値変化から推定される。

第1回の海上試験においては、従局機増の故障で計画通りの目的が達せられなかったが、停船して基本位置測定を行なうには、停船状態が完全でない限りA-パターンによる測定をおこなつても陸上と同様の安定した結果は得られない(第4表)。そのために航行中の計測の場合と同じように、1,000mのCパターン値を先に、つぎに100mのDパターン値を読定のちにA+パターンにより位置の決定をおこなう。このさいA+パターンとA-パターンの測定値に大きな相違の出ないよう、海上の測定前に機器の完全調整と陸上相互で充分検測をおこなつて、海上では安心感をもってA+のみで輝点追跡測定をおこなうことが必要である。

第5表 羅盤直線航法による

A+パターン 回	13h	100m所要時記録 カソル1回時
1	45 m 40 s	50 s +2
2	46 30	45 -3
3	47 15	45 -3
4	48 0	50 +2
5	48 50	48 0
6	49 38	47 +1
7	50 25	48 0
8	51 13	49 +1
9	52 2	46 -2
10	52 48	47 -1
11	53 35	48 0
12	54 23	49 +1
13	55 12	50 +2
14	56 2	46 -2
15	56 48	46 -2
16	57 34	47 -1
17	58 21	50 +2
18	59 11	48 0
19	59 59	48 0
20	0 47	
		19)907
		47.7 s

1 s : 2.1 m = 48

本試験に用いた三栄丸は14.9tの焼玉エンジン機関で震動が直接主局機器に伝わりブラウン管上の円輝に震動歪曲が生じ、距離指示輝点に震幅誤差が感じられ、この状態は低速航行の時にはげしく表われた。高速で風に向い直線航行の際、A+パターンの連続測定の100mごと所要時間記録は(第5表)に1例を示したように停船時よりただちに高速航行連続停船指示まで一従局間よりの距離差に対し大体安定した結果を得られたものとみなされる。

双胴主局アンテナは円筒型の覆内にあり直接アンテナの方向を目視できないことと、アンテナ方向変換器による方向変換が遅過ぎるために、調査に適した航行に応ずる改造の必要を感じた。鋸山展望台固定測点と洲崎灯台間の絶対測定から(第6表)(第20, 21図)の値を記録した。この結果から調査目的により、測定位置の実数値を必要とするとき以外の縮尺図示上で調査結果の解析を行なうような場合は、ハイドログラフで両陸上基点間の基線決定を行なつても充分能率的に目的を達することができる。

第 6 表 鋸展一州崎絶体測定表

1963. 6. 22 鋸山展望台測点 曇, 霧, 風南微風 MH. 1.46m								回	時間	Remote Cavity	Master Cavity	C. C. Meter	A V C Meter	A +	A -	d	1/2	備 考		
Master No. 1 桑形 Remote No. 2 向井, 州崎灯台, 測点								1	h m 11. 5	700	• 802			24	89	35	17.5	測定者桑形 乾 21.5 湿 21.1 圧 751.0		
粗 読 定 温度乾 21.8° 湿 21.6° 気圧 751.3								2		700	611			24	87	37	18.5			
回	時間	R. cavity	M. cavity	C	D	A	1/2	測定長	3	800	727			24	88	36	18.0			
1	h m 10 40	600	528	A+20 6 14	A+20 85 35	A+20 A-83 37		18.5	21318.5	4	800	• 904			24	86	38		19.0	
		600	528	A+19 7 12	A+19 87 32	A+19 A-83 36	18.0	21318.0	5	900	781	80	18	×	19	82	37		18.5	
2		600	528	A+20 7 13	A+20 88 32	A+20 A-82 38	19.0	21319.0	6	h m 11. 30	900	• 992			30	83	47		23.5	
3		600	528	A+20 8 12	A+20 88 32	A+20 A-84 36	18.0	21318.0	7	500	415	91	53	22	83	39	19.5		乾 22.0 湿 21.8 圧 750.8	
4		600	528	A+20 9 14	A+20 89 34	A+20 A-84 39	19.5	21319.5	8	500	• 556	90	58	28	82	46	23.0			×は輝点 不良
5	h m 10 57	600	691	A+23 9 14	A+23 89 34	A+23 A-84 39	19.5	21319.5	9	h m 11. 55	400	328	93	49	24	81	43		21.5	
中数=21318.6								10	h m 11. 55	400	• 460			28	86	42	21.0			
v vv								1	11. 57	300	248		38	23.2	86.2	37.0	18.5	測定者石橋		
17.5-2.5 6.25 18.5+0.5 0.25								2		300	• 372	98	35	24.4	93.5	30.9	15.4			
18.5-1.5 2.25 15.4-2.6 6.76								3		200	• 249			22.1	93.5	28.6	14.3			
18.0-2.0 4.00 14.3-3.7 13.69								4		200	91	100	91	21.7	88.2	33.5	16.8			
19.0-1.0 1.00 16.8-1.2 1.44								5		100	• 165	95	52	26.3	89.8	36.5	18.8			
18.5-1.5 2.25 18.8+0.8 0.64								6		600	519	85	55	20.7	84.3	36.4	18.2			
23.5+3.5 12.25 18.2+0.2 0.04								7		600	519			21.6	84.1	37.5	18.8			
19.5-0.5 0.25 18.8+0.8 0.64								8		600	• 662	92	41	29.8	89.9	39.9	20.0			
23.0+3.0 9.00 20.0+2.0 4.00								9		600	662			29.5	91.1	38.4	19.2			
21.5+1.5 2.25 19.2+1.2 1.44								10	h m 12. 28	600	662			28.5	89.0	39.5	19.8		乾 23.4 湿 22.6 圧 750.6	
21.0+1.0 1.00 19.8+1.8 3.24																				
200.0 40.50 179.8 32.14 38.0																				
20.0 18.0 21319.5m																				
$m = \sqrt{\frac{40.50}{90}} = \pm 0.20$																				
$m = \sqrt{\frac{32.14}{90}} = \pm 0.13$																				

27--(27)

海上用電波測位機ハイドロサトの実験結果について(岩崎一雄他18名)

鋸山従局高 280 m に対し金谷港に着岸した船上 3 m の固定アンテナの主局からは計測が可能であったが (第23図) ハイドロにおいては直距離である斜距離が m 単位測定するため比高差から来る補正が必要となるが、ハイド

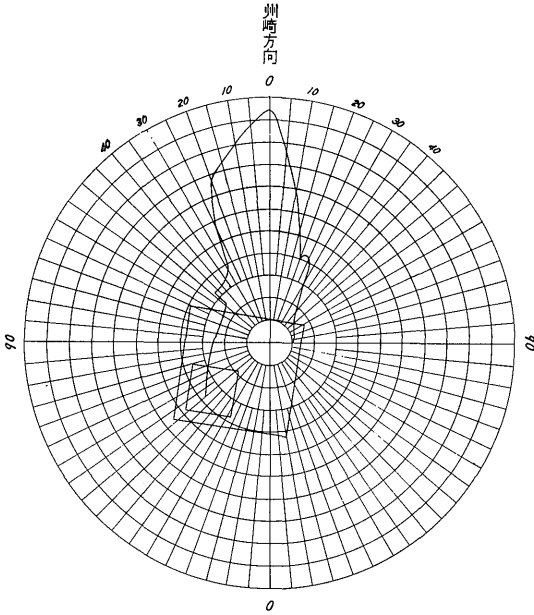
ロの持つ測定標準精度以上になるような場合を考慮の上補正を行なえばよい。

従局と観測船間に障害となる島与等のある場合および主局側近くに眼視できない状態の時は測定が不可能である。障害を離れる状態に入ったとき間接波の関係からか、かろうじて測定のできた記録を修めた (第22図)。

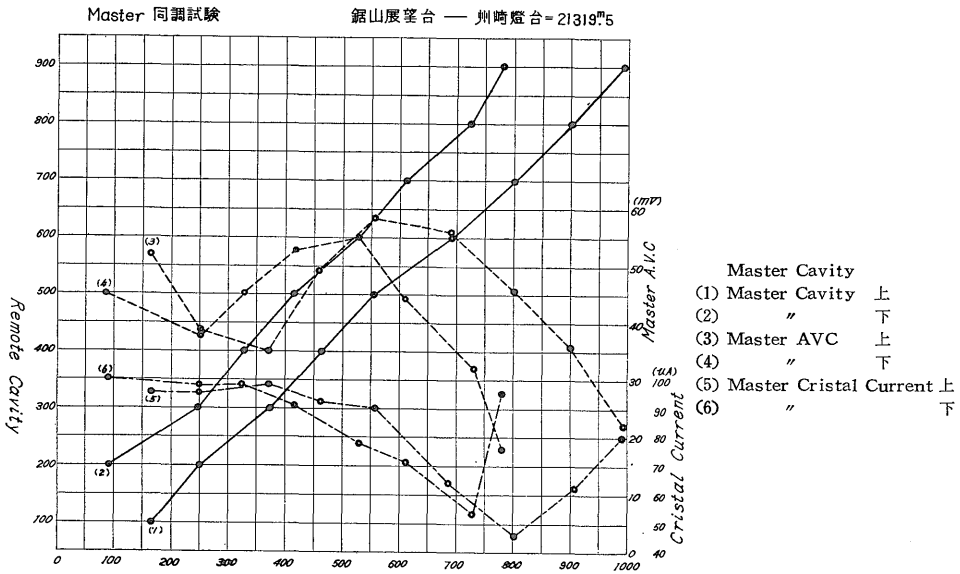
4.5 東京湾における調査同調状況測定実験

40年2月木更津海域において海底地質調査同調目的をもって前回の試験時の問題点解明の実験を行なった。木更津港を根拠地として、土岐丸 (15 t, ディーゼルエンジン船) に観測用として測台を設備し主局機器よりの直結アンテナをもって測定できる装備と測定値を離れた展開板上に電氣的に数値表示を行なう装置を試作した。(第24図) 遠距離測定のための従局を手小塚三角点標高 63 m と下ノ関三角点より偏心した地点に 3 m の組立式鉄骨従局台標高 34 m の地点に設け近距離沿岸調査の目的のため小櫃川川口に 4.5 m の従局を設け海面に接した両局間の到達距離の限度を確めた。実験の期間東京湾一帯は微風程度の小春日和の波浪のない絶好の日で春霞が立ちこめ視界 3 km 余であったが電波計測の特長を發揮して A. V. C. メーター数値のみによる主、従局共、対向度操作をもって測定し、手小塚および下ノ関従局の均等距離の一直測線のみであったが Hydrodist による船位測定に一応実験的に成功した。

4.6 木更津海域実験結果と考察

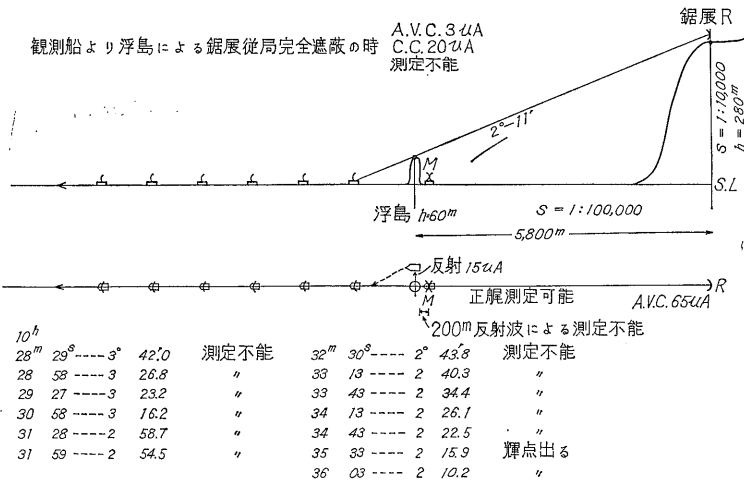


A. V. C. Meter の出力をもって受信電界強度とする。
鋸山 Master H...280m,
州崎 Remote H...45m, D'...21319.5m
第 20 図 指向特性実測値 (鋸山展望台において)

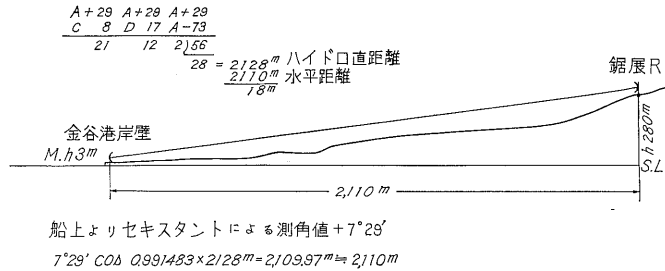


第 21 図

海上用電波測位機ハイドロジストの実験結果について (岩崎一雄他18名)



第 22 図 主局と従局間の海上障害物関係

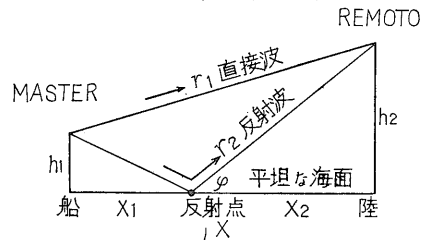


第 23 図 測定距離に対して従局高の過高な場合

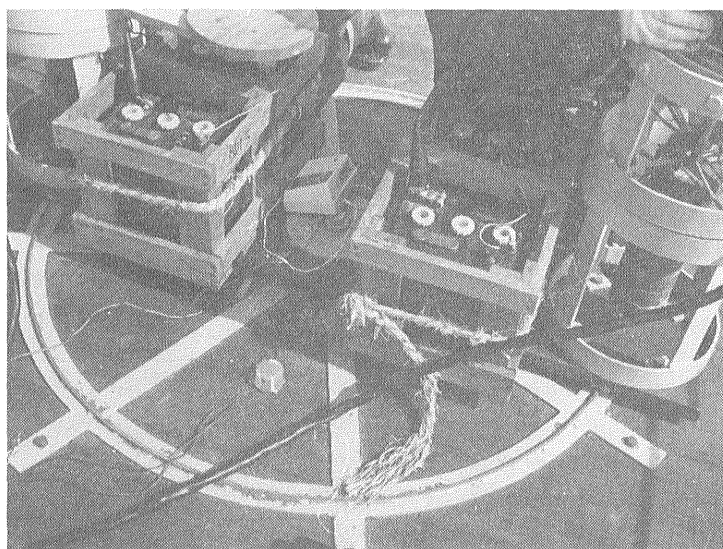
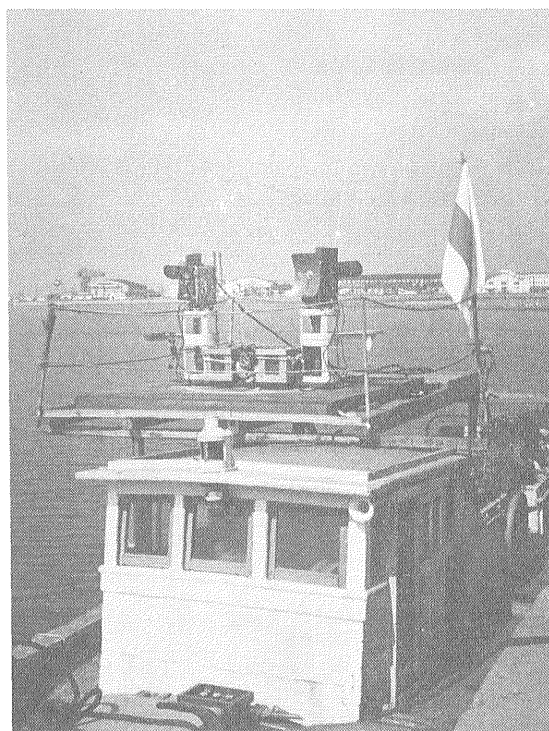
Hydrodist 購入時付属していた双胴アンテナは第 1 回海上試験の結果, 方向変換時におけるアンテナの回転速度ならびにその方向指示が適当でないこと, 長い同軸ケーブルによる減衰等のため主局直結アンテナによる測定法に改めた。半速 3 分時間隔および全速 3 分時間隔をもって視界のない霧の海上を羅盤航法により直進した結果, 測点間隔と計測時間から判定して良結果を得たものと思われる。その成果を (第 25 図) に示す。

従局高と主局アンテナ高との関係から生ずる電波伝播に関する減衰の問題に対し牛子塚従局高 63m と船側主局 3m との間に生ずる理論的な減衰地点は 5,200m の付近に出現する予定であったが, 間接波に対し直接波が強力であったため測定不能の状態は表われなかった。(第 7 表) 予定日数が限られ, 方向変換時に対処する操作の修練と装備が充分行なえなかった。直結アンテナ測定方式では小型観測船の上部に 3m 角以上の測定台を設備せねばならないこと, 船体の重心位置より機器位置が高くなりローリング・ピッチング時に振幅が大きくなり, 測定に対し動揺の影響が大きくなること等が観測船として

第 7 表 主従局電波伝播減衰関係



h_1 : master の海面からの高さ
 h_2 : Remoto
 δ : 直接波と反射波の位相差
 δ' : π (180°)
 λ : 電波の波長 (ハイドロ = 0.1m)
 X : h_1 と h_2 の水平距離
 $d = r_2 - r_1$... 路程差 $X \cdot h_1 \cdot h_2$ ならば $d \div 2h_1h_2/X$
 行路長の差による反射波の位相の遅れ, δ は 1 波長 (λ) が 2π ラジアン
 $\delta = \frac{4\pi h_1 h_2}{\lambda X}$ $\pi, 3\pi, 5\pi \dots$ 電界強度最小
 $X = \frac{4\pi h_1 h_2}{\lambda(\delta - \delta')} = \frac{4\pi h_1 h_2}{\lambda(3\pi - n)}$ $2\pi, 4\pi, 6\pi \dots$ 最大
 木更津実験土岐丸上の Master $h_1 = 4m$
 " 手子塚三角点の Remoto $h_2 = 65m$
 上式により 5,200m 付近 $\delta \text{ min}$ であつたが, 判全とした現象は表われなかつた。



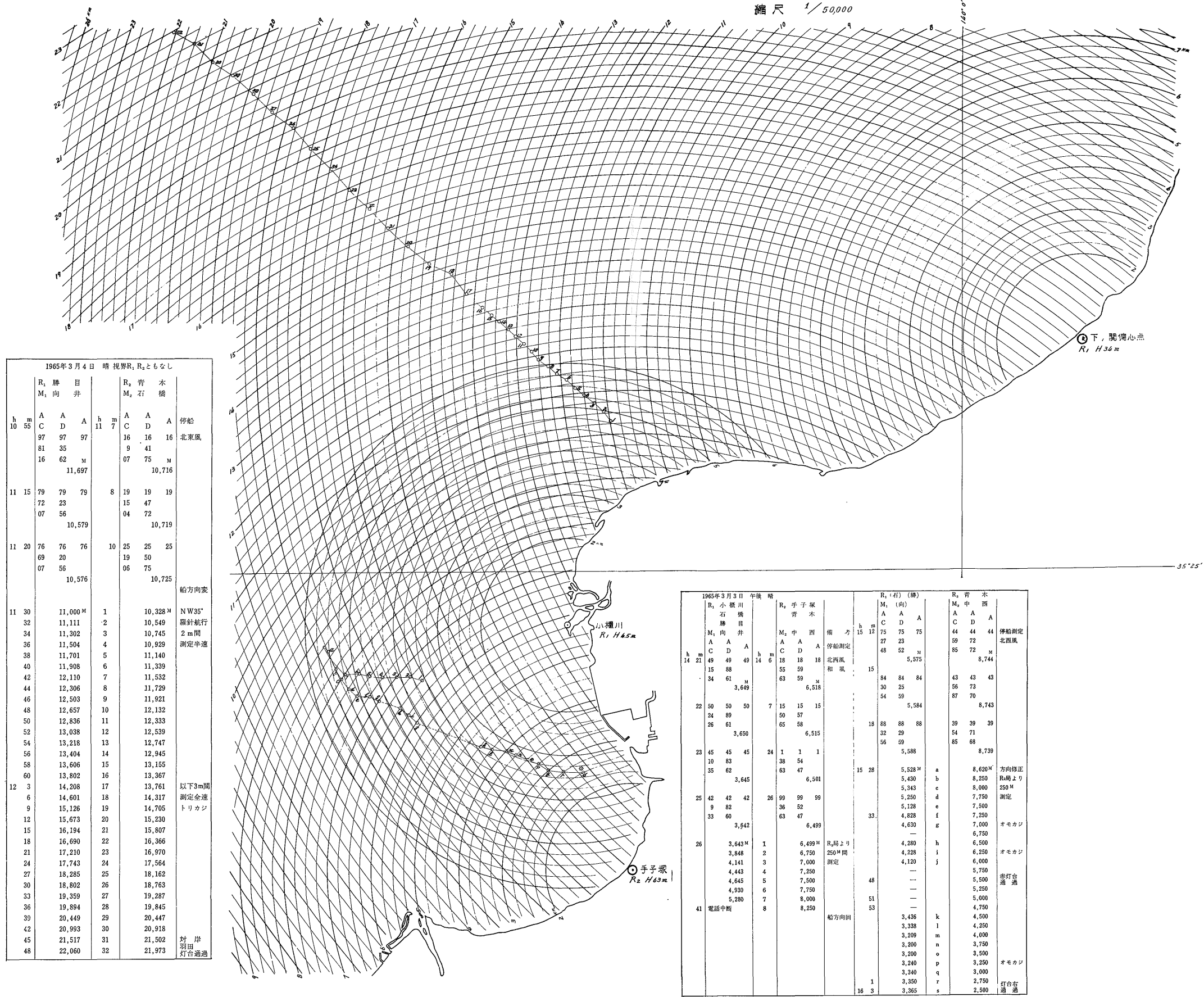
第 24 図 木更津海域観測船設備写真

設計されたものでない備船であるため適した方法でないことが問題として残るが眼視観測では不能な状況下でも、本実験で電波計測の最大の特長である点を発揮し得た。

4.7 大分県国東海域における資料採集および海底微地形調査との同調測定

40年10月国東海域において、海底地質調査と同調して

測定を実施した。本調査海域は海岸線より6km余の範囲で電波計測としては近距離であり、陸岸従局を区域の両端のみでは三辺測量の精度上無理であるため(第26, 27図)従局基点を内田三角点標高8.6m, 安岐灯台標高10.6mおよび三方庚申鼻岬標高27.7mの三点に選定した。灯台は基本測量四等三角点が灯台足下でありその値を偏心し



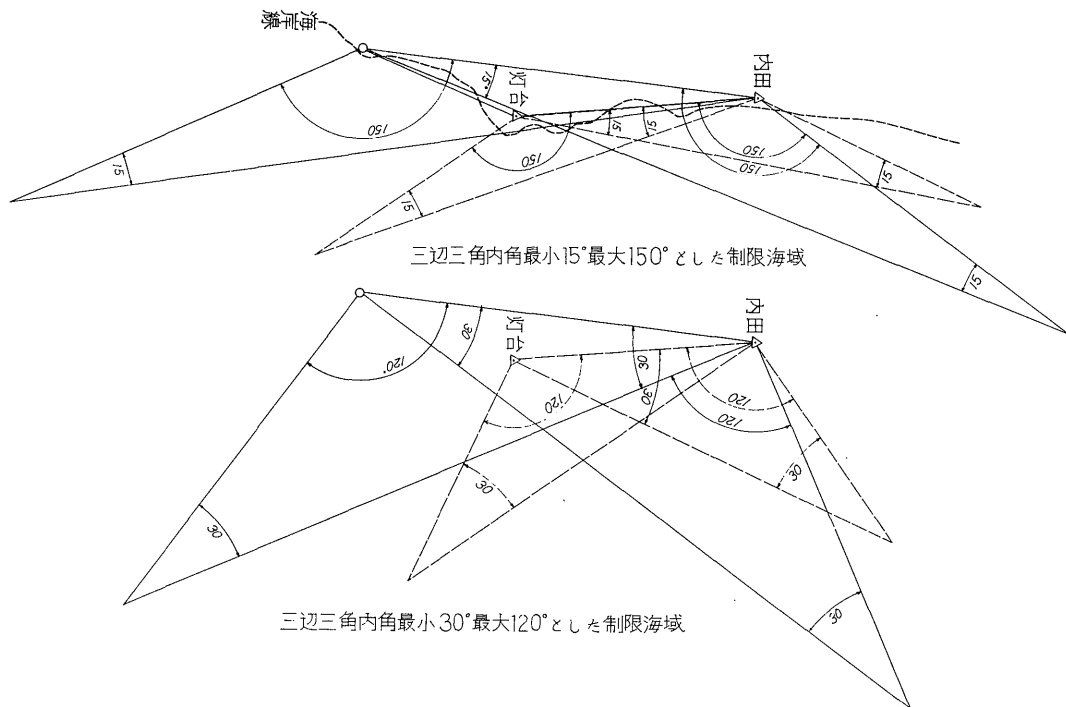
1965年3月4日 晴 視界R₂ともなし

h	R ₁ 勝目			R ₂ 青木			停船
	M ₁	A	A	M ₂	A	A	
10	55	A	A	7	A	A	北東風
		C	D		C	D	
		97	97		16	16	
		81	35		9	41	
		16	62		07	75	
			11,697			10,716	
11	15	79	79	8	19	19	
		72	23		15	47	
		07	56		04	72	
			10,579			10,719	
11	20	76	76	10	25	25	
		69	20		19	50	
		07	56		06	75	
			10,576			10,725	
11	30		11,000 ^M	1		10,328 ^M	NW35°
			11,111	2		10,549	羅針航行
			11,302	3		10,745	2 m間
			11,504	4		10,929	測定半速
			11,701	5		11,140	
			11,908	6		11,339	
			12,110	7		11,532	
			12,306	8		11,729	
			12,503	9		11,921	
			12,657	10		12,132	
			12,836	11		12,333	
			13,038	12		12,539	
			13,218	13		12,747	
			13,404	14		12,945	
			13,606	15		13,155	
			13,802	16		13,367	
12	3		14,208	17		13,761	以下3m間
			14,601	18		14,317	測定全速
			15,126	19		14,705	トリカジ
			15,673	20		15,230	
			16,194	21		15,807	
			16,690	22		16,366	
			17,210	23		16,970	
			17,743	24		17,564	
			18,285	25		18,162	
			18,802	26		18,763	
			19,359	27		19,287	
			19,894	28		19,845	
			20,449	29		20,447	
			20,993	30		20,918	
			21,517	31		21,502	村岸
			22,060	32		21,973	羽田 灯台通過

1965年3月3日 午後 晴

h	R ₁ 小川			R ₂ 手子塚			R ₃ (石)			R ₄ 青木			停船測定	
	M ₁	A	A	M ₂	A	A	M ₃	A	A	M ₄	A	A		
14	21	49	49	14	18	18	15	75	75	75	44	44	44	北西風
		C	D		C	D		27	23		59	72		
		15	88		55	59		48	52		85	72		
		34	61		63	59		84	84	84	43	43		
			3,649			6,518		30	25		56	73		
								54	59		87	70		
22	50	50	50	7	15	15				5,584				8,743
		24	89		50	57								
		26	61		65	58		18	83	88	39	39		
			3,650			6,515			32	29	54	71		
									56	59	85	68		
23	45	45	45	24	1	1				5,588				8,739
		10	83		38	54								
		35	62		63	47		15	28					
			3,645			6,501				5,528 ^M	a			8,620 ^M
										5,430	b			8,250
										5,343	c			8,000
										5,250	d			7,750
25	42	42	42	26	99	99				5,128	e			7,500
		9	82		36	52				4,828	f			7,250
		33	60		63	47				4,630	g			7,000
			3,642			6,499								オモカジ
														6,750
26			3,643 ^M	1		6,499 ^M				4,280	h			6,500
			3,848	2		6,750				4,228	i			6,250
			4,141	3		7,000				4,120	j			6,000
			4,443	4		7,250								5,750
			4,645	5		7,500								5,500
			4,930	6		7,750								5,250
			5,280	7		8,000								5,000
				8		8,250								4,750
41														オモカジ
														6,000
														5,750
														5,500
														5,250
														5,000
														4,750
														4,500
														4,250
														4,000
														3,750
														3,500
														3,250
														3,000
														2,750
														2,500
														灯台右 通過

第 25 図 東京湾木更津ハイドロジスト実験成果図



第 26 図 ハイドロジスト測定制限図

て用い、三方庚申鼻岬測点は四等三角点において、天文方位測定を行ない多角測線をもって誘導し、測地的な位置決定を能率的に実施し得た。計画測線は最長 12km で電波伝播所要従局高は 10m 余あれば満足されるが、内田三角点は、神社境内にあり神木の老檜繁りその付近に従局設置の適当な地点がないため、机板台高15mの高測台(第28図写真)を建設したため海面高20m余となり、伝播に対しては余裕ある従局となったが、電波計測に対する不可欠の陸上基地の問題に、沿岸海域調査のため必要精度と経済性の関連が調査計画当初の方針として決められなければならない。

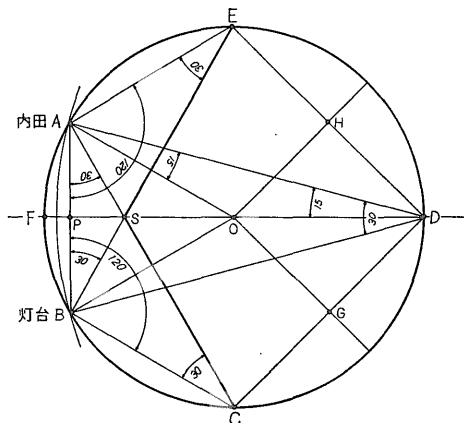
調査に用いた観測船は大きさとしては今迄試験に使用したものより大きく30t余の運搬船で単気筒焼玉エンジンの(大安丸)老旧船であるため、電波計測としては不適当な船であった。沿岸航路には10t内外のものでもディーゼルエンジン装備のものが望ましいが地方の調査地において臨時備船する都合上、これらの諸問題特に焼玉エンジンの衝撃震動に耐える装置を改良しなければならない。

大安丸に木更津実験時同様の4m角の測架床を組み、回転測台を取り付け、前実験時に動揺のため不備を感じたので安定度保持のため錘りを多くした改良装置をもって実施した。主局1局が長途の列車輸送中に一部故障を

生じ、Dパターン使用不可能となったが、他の局をもって、航行中にじゅん速にキャビティー変換を行ない100m単位を決定し、一部故障機に測定値を加用して、計測を実施した。

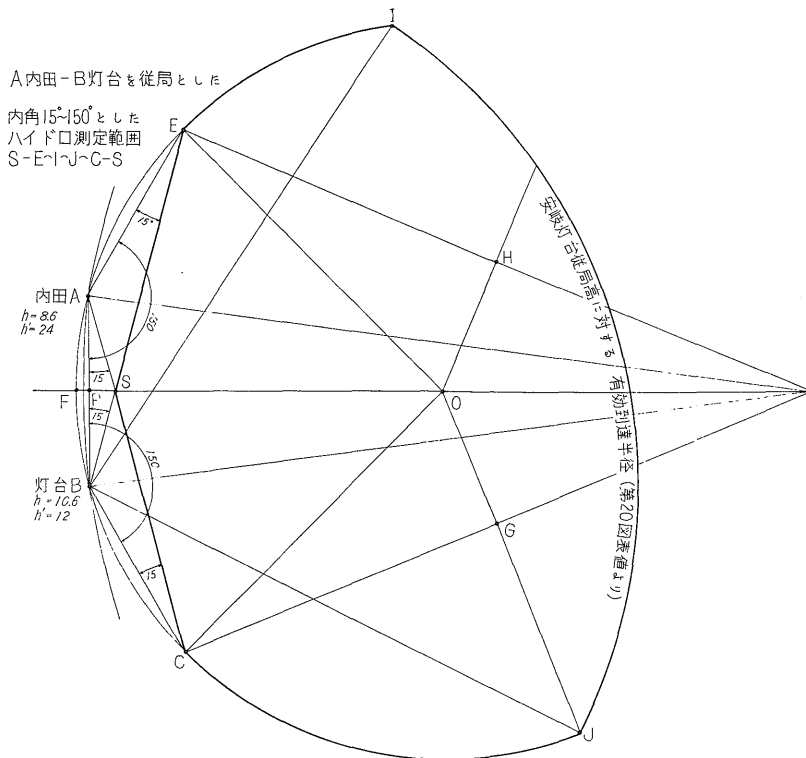
測線は海岸線に直角に100m幅の併行計画線で採泥測線と測深測線と交互に実施したが、その180度方向転換

A内田 - B燈台を従局とした内角30°~120°としたハイドロ測定範囲S - E^D^C - S



内角30°~150°の制限をもつて測定計画を樹てる場合従局点の増設を必要とする。

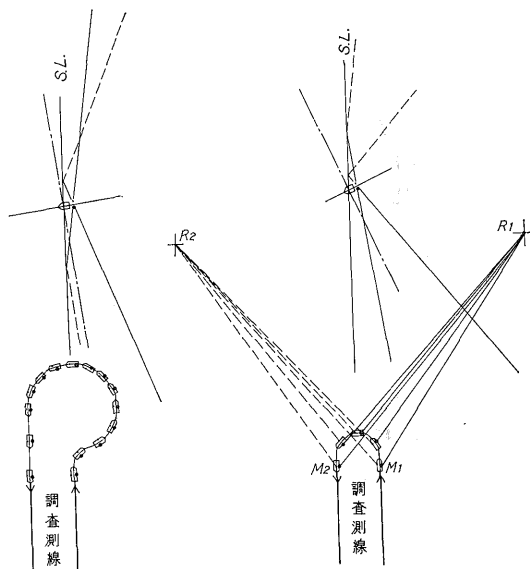
第 27-1 図 ハイドロ測定範囲図



第 27-2 図 第 26 図三辺測量に対する精狭限界と従局関係



第 28 図 従局用高測台例



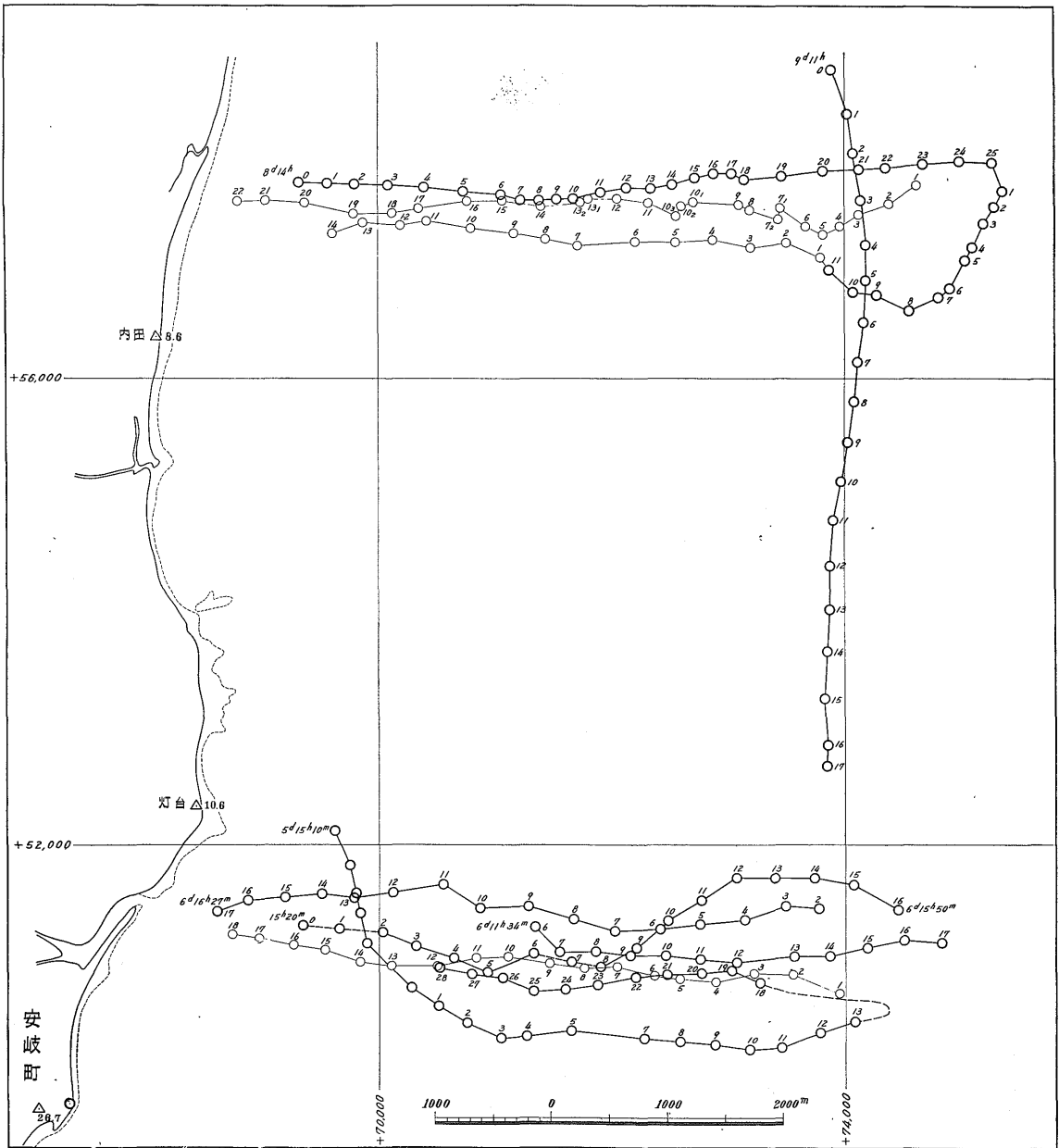
直結アンテナ方式による
 急速方向転換主従局関係

第 29 図 直結測定による急速方向転換関係図

時(第29図)船上各主局と対応する従局との送受信電波の連続測定に急転換に対して、両主局操作者が一体となる組合せと装備の改良を必要とすることを痛感したが、本実験に中西海上保安官の豊富な測定経験と機器修復技術の結果により、一局は一部故障のままかろうじて海上実測3日の成果を記録することが出来た。

4.8 国東海域実験結果に対する考案

東京湾、木更津海域実験のときと、大体おなじ装備をもって、国東の調査測定にのぞんだが、木更津の実験のときは、海況が特に恵れていたことと、主局操作者が、38年陸上試験のときより、3回の経験を積み、また、観測船は東京港所属の測量船を用い、ディーゼルエンジン装備であったこと、ならびに木更津港より、一測線の直線測定結果のみで、平行測線、直角方向変換の測定実験が



第30図 国東測線図

調査日数の関係から行なわれていなかった。初めての実験的測定成功成果であった。

本海域は海況の変化と、機器が一部故障していたこと、また、観測船の条件が異なっていたり、主局の一方の操作者が測量士でなかったなどの困難のうちに実施したが、第30図は調査実動3日間の行程の測定記録である。

ハイドロジスト計測試験予定日数の都合などもあり、調査全海域を覆うことができなかったが、電波計測と同時にセキスタントによる眼視観測班が同乗していたので、沿岸海域については、セキスタント班に位置測定を託した。電波計測を特に、3,000MC超短波による測定精度と眼視観測の後方交会法における精度の比較問題については、海上位置測定に対する一般理論精度の項で後述するが、位置測定成果の座標実数値を必要としない。縮尺化した図示成果をもって目的をたつ沿岸調査については、眼視観測の併用も経済的観点から必要であり。あるいは測定器、方法についても研究課題であり、機械工学・光学・電気工学的観測の組合せの発達にともない、革新されるものと考えて。

4.9 有明海域における海上位置測定の手法別共同実験

41年7月より、11日間の日程をもって、有明海、大牟田湾において、海底地質の物理探査に同調して、海上位置測定を Hydrodist と地上写真経緯儀の応用測定と、地上よりのトランシットによる、三角測量の三手法で同時観測を行なった。

それぞれの性能の比較と海上探査の適応性を知る目的をもって実施した。

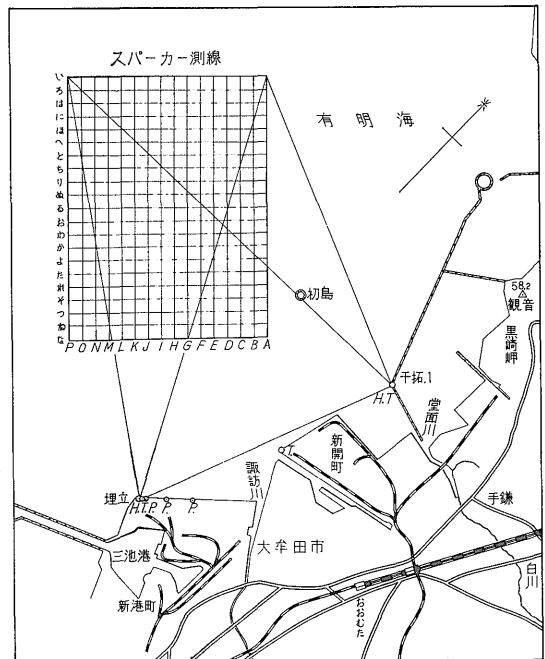
本実験参加については、東京大学生産技術研究所の計画にもとづいての要請により行ない、地質調査所、および海上保安庁水路部が担当した。地上写真経緯儀は、東京大学芝浦工業大学が分担、地上トランシット測定は三井鉱山、三池礦業所測量係長、ほか12名の測量士が分担した。

地上の3測地の既知点から、トランシットによって、同時瞬間測角をもって、前方交会法の三角測量は船位にたいして、2個の三角形が組みあわせられ、その成果は実長数値をもって、精度が検証されることは、眼視観測が可能なかぎりの条件下において、同時測角が完全に行なわれた場合、使用した、トランシットの精度に適應した、確立の高い成果と見なされる。

Hydrodist については、陸岸の両基地、従局間の基線と主局間の3辺をもって構成される単一の三角形、1組からなり、海上の航行瞬時にける測定機の読取りは、一瞬時二辺長より読まれず、その船位にたいする精度は、

直接知ることができない。その信頼度は陸上において、相互絶体観測値の標準誤差による半径内にあるもので、判定せざるを得ない。当所において、Hydrodist 導入後において、海上実験のトランシットによる、比較測定の計画が日程の都合上たなかつたが、海上移動測定ときにおいて、Hydrodist の持続する精度を再確認により、その信頼度が明らかにされた。

また、三井鉱山三池礦業所の強力スパーク設置の専属観測船、明神丸 (17t・50IP) のディーゼルエンジン装備のものに、木更津海域実験のときと、同様の主局直接アンテナによる測定場を設け、トランシット観測および写真経緯儀目標をかねた、折たたみ式のを考案装備して、その中心点と Hydrodist の中心点を測線航行方向に、偏心標準値を記録し、辺長補正計算を行なって、算出成果と、各手法成果との一致照合に備えた。



H=ハイドロジスト
T=トランシット
P=ホト、セオドライト

第31図 手法別共同実験計画図

陸岸基地は、実験開始前、三池礦業所測量班において、三角測量を行ない、準三等三角精度の座標値が決定されていた。

また、テルロメーターの方式測位機は湿気、および、厳冬期と酷暑期において、いままでの経過から、内部故障の発生が起りやすいことが記録されている。

第 8 表 陸上試験測定表

主局・従局間精測直距離...1,450.0m

Master No. 1			Remote No. 1			Master No. 2			Remote No. 2		
cavity	crystal	A. V. C	cavity	crystal	A. V. C	cavity	crystal	A. V. C	cavity	crystal	A. V. C
650	60	80	600	13	70	365	42	60	300	25	80
A +49 A +48 A +49 C 31 D 4 A -48 <hr/> 18 45 2)102 m 50.5=1450.5 +0.5						A +51 A +51 A +51 C 39 D 7 A -54 <hr/> 12 44 2) 97 m 38.5=1448.5 -1.5					
542	58	75	600	15	72	268	40	58	300	28	75
A +49 A +49 A +49 C 33 D 6 A -48 <hr/> 16 43 2)101 m 50.5=1450.5 +0.5						A +55 A +55 A +55 C 42 D 11 A -56 <hr/> 13 44 2) 99 m 49.5=1449.5 -0.5					

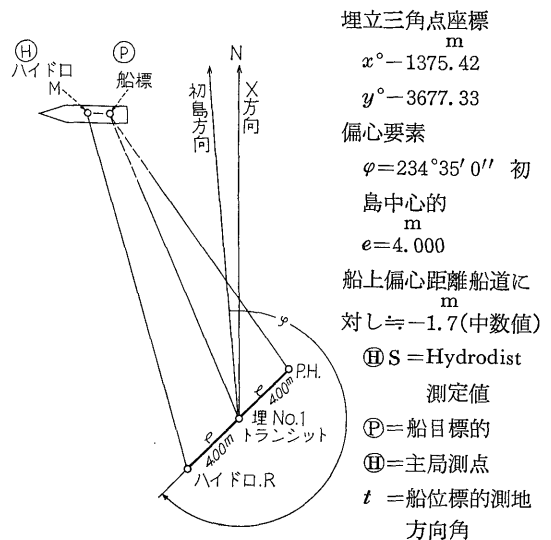
本実験前 Hydrodist の機能点検を九州発送前に実施し、(第8表)の値を得た。

調査地においての機器点検を行なったところ、主局1機の感度不良を発見したので、精密検定用修理機材不備のうちで、分解調整を行なったが、保全用品不足のため、修理完了できず、総合実験期間の都合もあり、一部測定計画を変更して、一方向を WILD, T2 による測角値と Hydrodist の値を組合せて、極座標計算により位置決定を行なうこととし測定を行なった。さいわいに全期間は好天にめぐまれて、トランジット観測、および、写真経緯儀観測にはよい条件であったが、盛夏のもと連日約30度の気温で Hydrodist の内部機構には悪条件であったが、その測定値の解析結果から、トランジット三方向同時観測成果と比較し、音波探査調査と完全に同調して3分時ごとにおける位置成果を所期の精度をもって修めることができた。

4.10 手法別共同実験の成果と考察

今回の実験において、観測船上の主局装置には、前期国東海域実験のときより一層軽量簡易化した。試作観測台を用いた。また観測船自体は15tの木造船を専用測定のために改装し機関部が強力な新装備のもので、現在まで実験に用いた小型船のうち最適のものであったことなどにより、同海域は午後には風が強く動揺もはげしかったが、Hydrodist 測定に支障を起こさなかった。海上実動4日間で第32図の成果をあげた。測定点全点図示値成果だけでなく測地座標値を算出し、数値による手法別の

第 9 表 有明海測定三手法偏心関係



埋立三角点座標
 $x^m = -1375.42$
 $y^m = -3677.33$
 偏心要素
 $\varphi = 234^\circ 35' 0''$ 初
 島中心の
 $e = 4.000$
 船上偏心距離船道に
 対し ≈ -1.7 (中数値)
 ① S = Hydrodist
 測定値
 ② = 船目標的
 ③ = 主局測点
 t = 船目標的測地
 方向角

t' = 航行線方向角
 α = 観測方向角 + $(360^\circ - \varphi)$
 $\beta = (t \pm 180^\circ) - t'$
 $\alpha' = \text{②} - \text{③}$
 $\pm d = \cos \beta, d'$
 $S' = \text{③} S \pm d$
 $x' = \frac{P'' e}{S'} \sin d$
 $\log S = \log S' + M \sin 1'' x \cos d$
 (②と③Sに偏心補正值 d' は航行方向に対する角図表により 0.1m 位加用)

精度比較に供した。座標値算出にあたり、Hydrodist 測距値をトランシット測点と同一にするため、埋立 No. 1 従局偏心要素から辺長補正を第 9 表により実施した。主局測点に対してもトランシット目標の帰心するため、測定辺長の二次補正を行なって、WILDT₂ による測角値に適合するようにして、座標計算を実施し、その成果昭和 41 年 9 月 17 日三井鉱山地質部柿崎技師え三井鉱山三池磁業所担当のトランシット測定成果と第 10 表の成果を同時手交した。

地上写真経緯儀による成果は、東京大学生産研究所提供のものを参考のため同記する。

わずかな震動によっても狂いやすい、Hydrodist などの運搬を行なうときは、防震運搬箱に収納して、専用貨車扱か、または、自動車で直送するか、あるいは、急をともなう実験の場合、日程などを考えて、本機を客車持込輸送も一策でもあるし、また、長途における連続震動で、ネジ類のゆるみ、内部機構に微動変化が起りやす

いことなど Hydrodist の重装備運搬についての十分な注意と交換重要部品の整備が必要であることが痛感された。

船上において、ただちに精度ある展開図示の成果を得られることは、Hydrodist による電波計測の迅速性および沿岸遠距離測定にこれがかもっとも適していることを示す。

Hydrodist のみによる、三辺測量・海岸線に沿った長い調査地形に対し、Hydrodist により測距値の精度を保つには、三辺三角形の図型が悪いと、ある制約により、求点位置の誤差が大きくなり生ずることは、もちろんである。この場合陸上の従局設点を、ある時点において、3 点・4 点の予備増設を行ない、主局の長距離観測に備えて、従局にも、それと平行の移動性をもたせることが必要である。また、調査区域内には、見通しのよい高丘地に、従局を一局だけ設置して、その同心点に、広径口の望遠鏡を用い、主局の調査船へ、その数値を送信する、

第 10 表 有明海手法別実験比較成果表

A Line

No.	Transit (I)		Hydrodist (II)		(I)-(II)				No.
	x	y	x	y	x δ	δδ	y δ	δδ	
1	+4977.66	-7163.63	+4986.70	-7168.50	-9.04	81.72	+4.87	23.72	1
2	4756.74	6953.49	4762.50	6956.60	-5.76	33.18	+3.11	9.67	2
3	4554.03	6720.06	4558.90	6722.40	-4.87	23.72	+2.34	5.48	3
4	4331.23	6512.55	4334.50	6512.40	-3.27	10.69	-0.15	0.02	4
5	4112.70	6290.67	4113.20	6290.60	-0.50	0.25	-0.07	0.00	5
6	3900.80	6054.70	3901.80	6054.80	-1.00	1.00	+0.10	0.01	6
7	3680.95	5839.37	3687.40	5841.70	-6.45	41.60	+2.33	5.43	7
8	3455.13	5621.93	3461.90	5625.70	-6.77	45.83	+3.77	14.21	8
9	3235.62	5398.25	3239.90	5399.10	-4.28	18.32	+0.85	0.72	9
10	3024.89	5164.16	3028.20	5164.50	-3.31	10.96	+0.34	0.12	10
11	2804.93	4940.99	2808.80	4941.50	-3.87	14.98	+0.51	0.26	11
12	2585.90	4741.27	2593.10	4742.50	-7.20	51.84	+1.23	1.51	12
13	2370.82	4519.44	2373.20	4519.20	-2.38	5.66	+0.24	0.06	13
14	2147.79	4300.63	2148.00	4300.10	-0.21	0.04	-0.53	0.28	14
15	1934.88	4072.46	1939.20	4072.20	-4.32	18.66	-0.26	0.07	15
16	1715.73	3853.92	1724.60	3854.10	-8.83	77.97	+0.18	0.03	16
17	1493.12	3634.96	1497.30	3634.40	-4.18	17.47	-0.46	0.21	17

$$\Sigma = 453.89$$

$$xm = \sqrt{\frac{\Sigma(\delta\delta)}{n(n-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{453.89}{272}}$$

$$= \sqrt{\frac{1.669}{m}}$$

$$xm = \pm 1.29$$

$$\Sigma = 61.80$$

$$ym = \sqrt{\frac{\Sigma(\delta\delta)}{n(n-1)}}$$

$$= \sqrt{\frac{61.80}{272}}$$

$$= \sqrt{\frac{0.227}{m}}$$

$$ym = \pm 0.48$$

海上用電波測位機ハイドロデストの実験結果について (岩崎一雄他18名)

B Line

No.	Transit (I)		Hydrodist (II)		(I)-(II)				No.
	x	y	x	y	x	δ	$\delta\delta$	y	
1	+1776.50	-4179.33	+1776.90	-4179.10	-0.40	0.16	-0.23	0.05	1
2	2010.67	4398.75	2012.60	4399.00	-1.93	3.72	+0.25	0.06	2
3	2233.14	4618.51	2233.90	4618.40	-0.76	0.59	-0.11	0.01	3
4	2549.94	4847.20	2464.00	4848.10			+0.90	0.81	4
5	2694.68	5081.82	2697.10	5082.20	-2.42	5.86	+0.38	0.14	5
6	2927.64	5317.48	2930.60	5318.00	-2.96	8.76	+0.52	0.27	6
7	3128.92	5557.78	3129.40	5556.30	-0.48	0.23	-1.48	2.19	7
8	3366.50	5763.40	3366.10	5763.10	+0.40	0.16	-0.30	0.09	8
9	3593.84	5976.49	3596.40	5977.50	-2.56	6.55	+1.01	1.02	9
10	3800.53	6201.76	3804.30	6203.60	-3.77	14.21	+1.84	3.39	10
11	4020.04	6418.50	4024.60	6420.80	-4.56	20.79	+2.30	5.29	11
12	4246.56	6637.19	4251.50	6639.50	-4.94	24.40	+2.31	5.34	12
13	4472.54	6854.34	4477.60	6857.10	-5.06	25.60	+2.76	7.62	13
14	4681.71	7061.33	4687.70	7064.30	-5.99	35.88	+2.97	8.82	14
15	4918.36	7260.91	4922.40	7263.00	-4.04	16.32	+2.09	4.37	15

$$\Sigma = 163.23$$

$$n(n-1) = 182$$

$$\Sigma = 39.47$$

$$n(n-1) = 210$$

$$\sqrt{\frac{\Sigma}{n(n-1)}}$$

$$xm = \pm 0.95$$

$$ym = \pm 0.19$$

C Line

No.	Transit (I)		Hydrodist (II)		(I)-(II)				No.
	x	y	x	y	x	δ	$\delta\delta$	y	
1	+4687.69	-7379.53	+4694.40	-7383.90	-6.71	45.02	+4.37	19.10	1
2	4456.90	7154.16	4460.20	7156.40	-3.30	10.89	+2.24	5.02	2
3	4239.96	6935.86	4241.50	6936.60	-1.54	2.37	+0.74	0.55	3
4	4012.56	6711.50	4016.40	6713.70	-3.84	14.75	+2.20	4.84	4
5	3787.54	6483.72	3791.60	6486.00	-4.06	16.48	+2.28	5.20	5
6	3561.24	6260.36	3565.20	6262.30	-3.96	15.68	+1.94	3.76	6
7	3344.39	6012.50	3350.00	6015.00	-5.61	31.47	+2.50	6.25	7
8	3111.85	5775.33	3116.20	5776.60	-4.35	18.92	+1.27	1.61	8
9	2854.74	5560.24	2855.50	5560.30	-0.76	0.58	+0.06	0.00	9
10	2632.35	5339.22	2632.00	5338.30	+0.35	0.12	-0.92	0.85	10
11	2434.00	5112.28	2436.20	5112.90	-2.20	4.84	+0.62	0.38	11
12	2214.80	4899.70	2216.20	4899.80	-1.40	1.96	+0.10	0.01	12
13	1986.78	4679.33	1992.20	4680.90	-5.42	29.38	+1.57	2.46	13
14	1748.16	4460.19	1751.00	4460.70	-2.84	8.07	+0.51	0.26	14
15	1529.97	4219.28	1534.40	4220.10	-4.43	19.62	+0.82	0.67	15
16	1292.21	7999.20	1294.20	3999.30	-1.99	3.96	+0.10	0.01	16

$$\Sigma = 224.11$$

$$n(n-1) = 240$$

$$\Sigma = 50.97$$

$$\sqrt{\frac{\Sigma}{n(n-1)}}$$

$$xm = \pm 0.97$$

$$ym = \pm 0.46$$

地質調查所月報 (第 21 卷 第 1 号)

D Line

No.	Transit (I)		Hydrodist (II)		(I)-(II)				No.
	x	y	x	y	x δ	δδ	y δ	δδ	
1	+1276.53	-4255.57	+1288.10	-4257.80	-11.57	133.86	+2.23	4.97	1
2	1531.82	4499.89	1527.40	4499.50	+4.42	19.54	-0.39	0.15	2
3	1748.81	4729.14	1751.20	4729.80	-2.39	5.71	+0.66	0.44	3
4	1981.87	4949.98	1982.40	4950.20	-0.51	0.26	+0.22	0.05	4
5	2214.50	5179.40	2215.90	5180.00	-1.40	1.96	+0.60	0.40	5
6	2442.51	5420.37	2446.20	5422.00	-3.69	13.62	+1.63	2.66	6
7	2688.81	5660.04	2689.00	5659.40	-0.19	0.04	-0.64	0.41	7
8	2924.21	5886.90	2927.70	5888.50	-3.49	12.18	+1.60	2.56	8
9	3151.93	6126.67	3156.80	6129.30	-4.87	23.72	+2.63	6.92	9
10	3389.00	6364.29	3389.20	6364.10	-0.20	0.04	-0.19	0.04	10
11	3640.84	6597.40	3644.90	6599.80	-4.06	16.48	+2.40	5.76	11
12	3869.37	6835.75	3872.50	6837.50	-3.13	9.80	+1.75	3.06	12
13	4122.02	7063.67	4127.50	7066.70	-5.48	30.03	+3.03	9.18	13
14	4328.88	7324.23	4331.10	7325.60	-2.22	4.93	+1.37	1.88	14
15	4595.53	7547.69	4600.20	7550.50	-4.67	21.81	+2.81	7.90	15

$$\Sigma = 293.98 \quad \Sigma = 46.38$$

$$n(n-1) = 210$$

$$\sqrt{\frac{\Sigma}{n(n-1)}}$$

$$xm = \pm 1.18 \quad ym = \pm 0.47$$

E Line

No.	Transit (I)		Hydrodist (II)		(I)-(II)				No.
	x	y	x	y	x δ	δδ	y δ	δδ	
1	+987.92	-4262.71	+986.20	-4262.30	+1.72	2.96	-0.41	0.17	1
2	1229.12	4482.23	1229.00	4482.40	+0.12	0.01	+0.17	0.03	2
3	1446.87	4694.18	1449.80	4695.30	-2.93	8.58	+1.12	1.25	3
4	1646.25	4910.57	1647.40	4911.20	-1.15	1.32	+0.63	0.40	4
5	1858.40	5106.92	1857.70	5106.70	+0.70	0.50	-0.22	0.05	5
6	2045.06	5299.00	2045.50	5299.40	-0.44	0.19	+0.40	0.16	6
7	2216.13	5482.27	2217.30	5483.10	-1.13	1.28	+0.83	0.69	7
8	2405.27	5657.16	2406.40	5657.90	-1.13	1.28	+0.74	0.55	8
9	2575.61	5834.05	2578.30	5834.70	-2.69	7.24	+0.65	0.42	9
10	2745.46	6017.90	2746.10	6018.40	-0.64	0.41	+0.50	0.25	10
11	2923.82	6190.57	2925.60	6191.70	-1.78	3.17	+1.13	1.28	11
12	3119.55	6365.52	3123.40	6368.00	-3.85	14.82	+2.48	6.15	12
13	3316.41	6547.32	3320.80	6549.80	-4.39	19.27	+2.48	6.15	13
14	3479.81	6728.77	3485.30	6732.30	-5.49	30.14	+3.58	12.46	14
15	3644.45	6913.95	3645.50	6914.40	-1.05	1.10	+0.45	0.20	15
16	3854.78	7091.07	3861.00	7094.90	-6.22	38.69	+3.83	14.67	16
17	4013.13	7281.76	4014.90	7282.80	-1.77	3.13	+1.04	1.08	17
18	4267.89	7522.76	4270.60	7524.30	-2.71	7.34	+1.54	2.37	18
19	4450.10	7718.54	4454.20	7721.40	-4.10	16.81	+2.86	8.18	19

$$\Sigma = 158.24 \quad \Sigma = 56.51$$

$$n(n-1) = 342$$

$$\sqrt{\frac{\Sigma}{n(n-1)}}$$

$$xm = \pm 0.68 \quad ym = \pm 0.41$$

F Line

No.	Transit (I)		Hydrodist (II)		(I)-(II)				No.
	x	y	x	y	x	δ	δδ	y	
1	+4715.82	-8216.97	+4722.30	-8221.90	-6.48	41.99	+4.93	24.30	1
2	4584.28	8090.37	4584.80	8088.50	-0.52	0.27	-1.87	3.50	2
3	4456.92	7993.29	4454.00	7991.20	+2.92	8.53	-2.09	4.37	3
4	4331.69	7869.78	4333.00	7870.50	-1.31	1.72	+0.72	0.52	4
5	4200.61	7741.13	4207.00	7746.40	-6.39	40.83	+5.27	27.77	5
6	4065.61	7608.75	4068.70	7611.70	-3.09	9.55	+2.95	8.70	6
7	3923.89	7468.99	3926.80	7471.70	-2.91	8.47	+2.71	7.34	7
8	3764.35	7318.36	3771.70	7323.90	-7.35	54.02	+5.54	30.69	8
9	3611.70	7144.18	3610.80	7144.20	+0.90	0.81	+0.02	0.00	9
10	3451.37	6980.83	3449.50	6980.00	+1.87	3.50	-0.83	0.69	10
11	3294.46	6826.75	3293.70	6826.70	+0.76	0.58	-0.05	0.00	11
12	3132.52	6671.70	3135.00	6673.70	-2.48	6.15	+2.00	4.00	12
13	2965.95	6501.33	2968.40	6503.00	-2.45	6.00	+1.67	2.86	13
14	2794.06	6332.86	2796.80	6335.30	-2.74	7.51	+2.44	5.95	14
15	2619.36	6162.96	2620.60	6163.00	-1.24	1.54	+0.04	0.00	15
16	2437.70	5981.50	2440.80	5983.70	-3.10	9.61	+2.20	4.84	16
17	2253.74	5793.01	2259.00	5796.30	-5.26	27.67	+3.29	10.82	17
18	2063.32	5602.03	2064.40	5602.80	-1.08	1.17	+0.77	0.59	18
19	1874.09	5406.14	1874.10	5406.50	-0.01	0.00	+0.36	0.13	19
20	1673.10	5215.89	1675.90	5217.50	-2.80	7.84	+1.61	2.59	20
21	1468.85	5029.58	1471.10	5031.00	-2.25	5.06	+1.42	2.02	21
22	1270.69	4822.42	1264.00	4819.70	+6.69	44.76	-2.72	7.40	22
23	1064.79	4609.63	1069.20	4611.30	-4.41	19.45	+1.67	2.79	23
24	865.27	4422.98	868.60	4424.10	-3.33	11.09	+1.12	1.25	24

$\Sigma = 318.12$

$\Sigma = 153.12$

$n(n-1) = 552$

$$\sqrt{\frac{\Sigma}{n(n-1)}}$$

$xm = \pm 0.76$

$ym = \pm 0.53$

G Line

No.	Transit (I)		Hydrodist (II)		(I)-(II)				No.	
	x	y	x	y	x	δ	δδ	y		δ
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2
3	+1199.13	-5034.47	+1205.00	-5037.50	-5.87	34.46	+3.03	9.18	3	
4	1461.12	5274.59	1464.40	5276.30	-3.28	10.76	+1.71	2.92	4	
5	1711.35	5540.68	1711.80	5540.80	-0.45	0.20	+0.12	0.01	5	
6	1964.89	5294.98	1960.60	5792.30	+4.29	18.40	-2.68	7.18	6	
7	2228.18	6045.60	2228.10	6045.40	+0.08	0.01	-0.20	0.04	7	
8	2483.64	6302.09	2481.80	6301.10	+1.84	3.39	-0.99	0.98	8	
9	2747.07	6566.35	2744.20	6563.40	+2.87	8.24	-2.95	8.70	9	
10	2999.18	6825.82	3001.60	6827.90	-2.62	6.86	+2.08	4.33	10	
11	3277.83	7078.84	3277.90	7078.80	-0.07	0.00	-0.04	0.00	11	
12	3548.72	7344.49	3545.70	7342.40	+3.02	9.12	-2.09	4.37	12	
13	3792.23	7626.20	3797.00	7630.30	-4.77	22.75	+4.08	16.65	13	
14	4091.89	7881.07	4097.40	7886.00	-5.51	30.36	+4.93	24.31	14	
15	4370.19	8162.82	4372.90	8165.60	-2.71	7.34	+2.78	7.73	15	

$\Sigma = 151.89$

$\Sigma = 86.40$

$n(n-1) = 156$

$$\sqrt{\frac{\Sigma}{n(n-1)}}$$

$xm = \pm 0.99$

$ym = \pm 0.74$

地質調査所月報 (第 21 卷 第 1 号)

H Line

No.	Transit (I)		Hydrodist (II)		(I)-(II)				No.		
	x	y	x	y	x	δ	δδ	y		δ	δδ
1											1
2											2
3											3
4	+3054.75	-7215.42	+3060.70	-7221.40	-5.95	35.40	+5.98	35.76			4
5	2830.45	6942.30	2834.20	6946.50	-3.75	14.06	+4.20	17.64			5
6	2573.41	6688.84	2575.30	6689.40	-1.89	3.57	+0.56	12.53			6
7	2328.27	6419.35	2334.00	6424.60	-5.73	32.83	+5.25	27.56			7
8	2104.10	6183.61	2108.40	6187.60	-4.30	18.49	+3.99	15.92			8
9	1878.52	5963.48	1880.80	5965.80	-2.28	5.20	+2.32	5.38			9
10	1648.96	5736.84	1653.60	5740.70	-4.64	21.53	+3.86	14.90			10
11	1399.75	5522.73	1407.60	5522.20	-7.85	61.62	-0.56	0.28			11
12	1235.43	5270.76	1240.60	5274.40	-5.17	26.73	+3.64	13.25			12
13	1066.26	5005.57	1068.30	5006.90	-2.04	4.16	+1.33	1.77			13
14	830.23	4778.61	834.20	4781.10	-3.97	15.76	+2.49	6.20			14
15	508.63	4673.50	511.60	4676.00	-2.97	8.82	+2.50	6.25			15

$$\Sigma = 248.17$$

$$n(n-1) = 132$$

$$\Sigma = 157.44$$

$$\sqrt{\frac{\Sigma}{n(n-1)}}$$

$$xm = \pm 1.37$$

$$ym = \pm 1.09$$

I Line

No.	Transit (I)		Hydrodist (II)		(I)-(II)				No.		
	x	y	x	y	x	δ	δδ	y		δ	δδ
1											1
2	+ 133.87	-4498.60	+ 136.00	-4500.40	- 2.13	4.54	+1.80	3.24			2
3	327.67	4729.24	330.10	4731.50	- 2.43	5.90	+2.26	5.11			3
4	537.02	4957.94	528.80	4953.00	+ 8.22	67.57	-4.94	24.40			4
5	776.18	5159.48	778.00	5160.90	- 1.82	3.31	+1.42	2.02			5
6	1003.56	5381.38	1002.90	5381.70	+ 0.66	0.43	+0.32	0.10			6
7	1235.61	5600.59	1241.10	5605.10	- 5.49	30.14	+4.51	20.34			7
8	1457.49	5822.33	1460.10	5824.80	- 2.61	6.81	+2.47	6.10			8
9	1679.00	6041.58	1679.80	6042.90	- 0.80	0.64	+1.32	1.74			9
10	1894.78	6267.70	1894.50	6268.30	+ 0.28	0.08	+0.60	0.36			10
11											11
12	2292.03	6707.96	2302.70	6717.70	-10.67		+9.74				12
13	2513.29	6855.46	2512.80	6855.70	+ 0.49	0.24	+0.24	0.06			13
14	2657.26	7078.55	2654.40	7075.00	+ 2.86	8.18	-3.55	12.60			14
15	2867.27	7232.75	2871.10	7234.80	- 3.83	14.67	+2.05	4.20			15
16	3041.89	7433.31	3042.60	7435.10	- 0.71	0.50	+1.79	3.20			16
17	3224.07	7622.46	3223.70	7623.40	+ 0.37	0.14	+0.94	0.88			17
18	3396.95	7829.55	3396.90	7829.80	+ 0.05	0.00	+0.25	0.06			18
19	3608.09	7981.33	3607.70	7982.00	+ 0.39	0.15	+0.67	0.45			19
20	3750.55	8153.77	3754.90	8163.30	- 4.35	18.92	+9.53	90.82			20

$$\Sigma = 162.22$$

$$n(n-1) = 272$$

$$\Sigma = 175.68$$

$$\sqrt{\frac{\Sigma}{n(n-1)}}$$

$$xm = \pm 0.77$$

$$ym = \pm 0.80$$

海上用電波測位機ハイドロヂストの実験結果について (岩崎一雄他18名)

K Line

No.	Transit (I)		Hydrodist (II)		(I)-(II)					No.	
	x	y	x	y	x	δ	$\delta\delta$	y	δ		$\delta\delta$
1	+3576.61	+8519.74	+3577.00	-8820.50	-0.39		0.15	+0.76		0.58	1
2	3436.97	8385.19	3436.90	8384.90	+0.07		0.00	-0.29		0.08	2
3	3295.10	8246.67	3297.80	8249.70	-2.70		7.29	+3.03		9.18	3
4	3132.20	8095.01	3137.20	8100.70	-5.00		25.00	+5.69		32.38	4
5	2983.13	7935.73	2988.20	7941.20	-5.07		25.70	+5.47		29.92	5
6	2854.22	7757.27	2856.10	7760.00	-1.88		3.53	+2.73		7.45	6
7	2704.80	7606.94	2708.40	7609.20	-3.60		12.96	+2.26		5.11	7
8	2541.95	7495.05	2545.60	7499.90	-3.65		13.32	+4.85		23.52	8
9	2390.66	7357.98	2393.40	7360.90	-2.74		7.51	+2.92		8.53	9
10	225.51	7192.69	2260.60	7197.70	-5.09		25.91	+5.01		25.10	10
11	2119.74	7024.58	2122.00	7027.30	-2.26		5.11	+2.72		7.40	11
12	1954.82	6937.05	1958.80	6941.40	-3.98		15.84	+4.35		18.92	12
13	1825.32	6753.23	1827.10	6755.50	-1.78		3.17	+2.27		5.15	13
14	1663.68	6603.72	1667.30	6607.60	-3.62		13.10	+3.88		15.05	14
15	1484.01	6459.56	1488.30	6464.30	-4.29		18.40	+4.74		22.47	15
16	1300.25	6289.89	1302.40	6292.50	-2.15		4.62	+2.61		6.81	16
17	1171.38	6078.93	1176.40	6084.40	-5.02		25.20	+5.47		29.92	17
18	985.45	5942.19	986.20	5943.50	-0.75		0.56	+1.31		1.72	18
19	800.00	5764.75	803.20	5768.70	-3.20		10.24	+3.95		15.60	19
20	625.20	5572.82	628.00	5575.70	-2.80		7.84	+2.88		8.29	20
21	453.38	5376.10	458.10	5381.20	-4.72		22.28	+5.10		26.01	21
22	243.91	5242.46	249.20	5248.40	-5.29		27.98	+5.94		35.28	22
23	107.26	5001.31	111.40	5004.50	-4.14		17.14	+3.19		10.18	23

$\Sigma=292.85$

$\Sigma=344.65$

$n(n-1)=506$

$$\sqrt{\frac{\Sigma}{n(n-1)}}$$

$xm=\pm 0.76$

$ym=\pm 0.83$

L Line

No.	Tansit (I)		Hydrodist (II)		(I)-(II)					No.	
	x	y	x	y	x	δ	$\delta\delta$	y	δ		$\delta\delta$
1	- 67.91	-5171.38	- 70.70	-5169.30	+ 2.79		7.78	-2.08		4.33	1
2											2
3	+ 539.09	5755.53	+ 537.80	5754.50	+1.29		1.66	-1.03		1.06	3
4	817.20	6005.11	817.00	6005.50	+0.20		0.04	+0.39		0.15	4
5	1033.77	6224.40	1034.10	6225.50	- 0.33		0.11	+1.10		1.21	5
6	1217.84	6440.32	1222.10	6445.50	- 4.26		18.15	+5.18		33.76	6
7	1472.51	6725.40	1471.60	6724.10	+0.91		0.83	-1.30		1.69	7
8	1670.78	6967.45	1669.70	6966.00	+1.08		1.17	-1.45		2.10	8
9	1913.60	7067.60	1912.50	7066.50	+1.10		1.21	-1.10		1.21	9
10	2105.62	7328.13	2105.80	7328.70	- 0.18		0.03	+0.57		0.32	10
11	2268.98	7572.56	2267.90	7571.80	+1.08		1.17	-0.76		0.58	11
12	2554.33	7720.93	2550.90	7716.40	+3.43		11.76	-4.53		20.52	12
13	2604.72	8005.46	2601.40	8000.40	+3.32		11.02	-5.06		25.60	13
14	2967.57	8055.59	2973.10	8060.10	- 5.53		30.58	+4.51		20.34	14
15	3220.74	8177.46	3220.70	8176.90	+0.04		0.00	-0.56		0.31	15
16	3061.61	8299.44	3065.00	8303.30	-3.39		11.39	+3.86		14.90	16
17	3207.24	8453.85	3208.20	8455.20	-0.96		0.92	+1.35		1.82	17

$\Sigma=97.92$

$\Sigma=129.90$

$n(n-1)=240$

$$\sqrt{\frac{\Sigma}{n(n-1)}}$$

$xm=\pm 0.64$

$ym=\pm 0.74$

地質調査所月報 (第 21 卷 第 1 号)

れ Line (II)				そ Line (II)				つ Line (II)			
No.	x	y	No.	No.	x	y	No.	No.	x	y	No.
1	+2518.80	-4326.60	1	1	- 54.80	-6555.80	1	1	+2259.20	-4033.10	1
2	2336.50	4527.30	2	2	+ 215.70	6252.40	2	2	2069.00	4239.50	2
3	2139.20	4716.50	3	3	473.90	6033.20	3	3	1869.10	4413.40	3
4	1951.30	4910.60	4	4	714.30	5801.80	4	4	1699.50	4616.10	4
5	1751.50	5096.80	5	5	936.50	5565.50	5	5	1507.60	4778.10	5
6	1565.00	5284.50	6	6	1173.50	5343.10	6	6	1330.20	4966.40	6
7	1379.00	5480.30	7	7	1392.30	5117.50	7	7	1143.70	5152.10	7
8	1182.50	5667.60	8	8	—	—	8	8	956.80	5325.90	8
9	994.40	5851.40	9	9	1842.80	4667.00	9	9	778.10	5508.80	9
10	802.80	6027.00	10	10	2071.50	4443.40	10	10	597.50	5695.10	10
11	640.20	6222.90	11	11	8297.30	4209.10	11	11	404.50	5865.90	11
12	457.20	6409.60	12					12	235.60	6064.50	12
13	253.40	6592.10	13					13	40.40	6245.90	13
14	62.70	6785.70	14					14	150.40	6436.60	14
15	- 136.90	6974.30	15					15	350.40	6629.40	15

ね Line

No.	Transit (I)		Hydrodist (II)		(I)-(II)				No.		
	x	y	x	y	x	δ	$\delta\delta$	y		δ	$\delta\delta$
1	+ 48.91	-5919.60	+ 50.10	-5920.70	-1.19		1.42	+1.08		1.17	1
2	350.93	5664.92	351.40	5664.90	-0.47		0.22	- 0.02		0.00	2
3	633.95	5386.36	624.80	5386.50	+9.00		81.00	+0.14		0.02	3
4	885.28	5102.44	887.70	5103.50	-2.42		5.86	+1.06		1.12	4
5	1157.08	4848.87	1160.70	4849.70	-3.62		13.10	+0.83		0.69	5
6	1390.14	4596.57	1395.70	4597.80	- 5.06		25.60	+1.23		1.51	6
7	1634.58	4374.71	1638.90	4375.10	-4.32		18.66	+0.39		0.15	7
8	1869.42	4141.75	1872.60	4141.80	-3.18		10.11	+0.05		0.00	8
9	2089.26	3908.87	2093.90	3908.30	-4.64		21.53	- 0.57		0.32	9

$\Sigma = 177.50$

$\Sigma = 4.98$

$n(n-1) = 72$

$\sqrt{\frac{\Sigma}{n(n-1)}}$

$xm = \pm 1.57$

$ym = \pm 0.26$

海上用電波測位機ハイドロヂストの実験結果について (岩崎一雄他18名)

な Line

No.	Tansit (I)		Hydrodist (II)		(I)-(II)				No.
	x	y	x	y	x	δ	$\delta\delta$	y	
1	+1907.12	-3790.21	+1913.70	-3788.30	-6.58	43.30	-1.91	3.65	1
2	1722.05	3994.44	1727.30	3995.50	-5.25	27.56	+1.06	1.12	2
3	1555.20	4176.17	1559.80	4174.50	-4.60	21.16	-1.67	2.79	3
4	1381.23	4344.93	1383.90	4345.30	-2.67	7.13	+0.37	0.14	4
5	1211.26	4519.73	1214.80	4520.60	-3.54	12.53	+0.87	0.76	5
6	1044.40	4684.70	1047.00	4685.90	-2.60	6.76	+1.20	1.44	6
7	882.83	4840.08	883.80	4840.30	-0.97	0.88	+0.22	0.05	7
8	739.82	4991.29	741.50	4992.10	-1.68	2.82	+0.81	0.66	8
9	594.85	5153.90	597.20	5155.40	-2.35	5.52	+1.50	2.25	9
10	437.80	5299.19	438.20	5299.10	-0.40	0.16	-0.09	0.01	10
11	287.99	5451.03	288.20	5451.30	-0.21	0.04	+0.27	0.07	11
12	125.44	5595.44	125.90	5595.70	-0.46	0.21	+0.26	0.07	12
13	25.99	5761.65	25.60	5760.20	+0.51	0.26	-1.46	2.10	13
14	192.28	5909.05	192.00	5910.10	-0.28	0.08	+1.05	1.10	14
15	353.23	6085.08	352.60	6087.20	-0.63	0.40	+2.12	4.49	15

$$\Sigma = 128.81$$

$$\Sigma = 20.70$$

$$n(n-1) = 210$$

$$\sqrt{\frac{\Sigma}{n(n-1)}}$$

$$xm = \pm 0.78$$

$$ym = \pm 0.31$$

第 11 表 写真経緯儀成果と Transit および Hydrodist 比較表

I 測線	写真経緯儀		Transit		Hydrodist	
	x	y	x	y	x	y
	m	m	m	m	m	m
12	+2299.0	-6719.0	+2292.0	-6708.0	+2302.7	-6717.1
14	+2653.0	-7073.0	+2657.3	-7078.6	+2654.4	-7073.0
15	+2865.0	-7229.0	+2867.3	-7232.8	+2871.1	-7234.8
16	+3035.0	-7430.0	+3041.9	-7433.3	+3042.6	-7435.1
17	+3225.0	-7625.0	+3224.1	-7622.5	+3223.7	-7623.4
18	+3398.0	-7830.0	+3397.0	-7829.6	+3396.9	-7829.8
20	+3754.0	-8161.0	+3750.6	-8153.8	+3754.9	-8163.3
H 測線	x	y	x	y	x	y
4	+3052.0	-7225.0	+3054.8	-7215.4	+3060.7	-7221.4
5	+2834.0	-6942.0	+2830.5	-6942.3	+2834.2	-6946.5
6	+2578.0	-6690.0	+2573.4	-6688.8	+2575.3	-6689.4
7	+2350.0	-6440.0	+2328.3	-6419.4	+2334.0	-6424.6
A 測線	x	y	x	y	x	y
5	+4111.6	-6290.4	+4112.7	-6290.7	+4113.2	-6290.6
9	+3225.9	-5395.3	+3235.6	-5298.3	+3239.9	-5399.1

写真経緯儀成果については東京大学生産技術研究所発表の分のみ記載。トランジットとハイドロヂスについては第10表に記載。

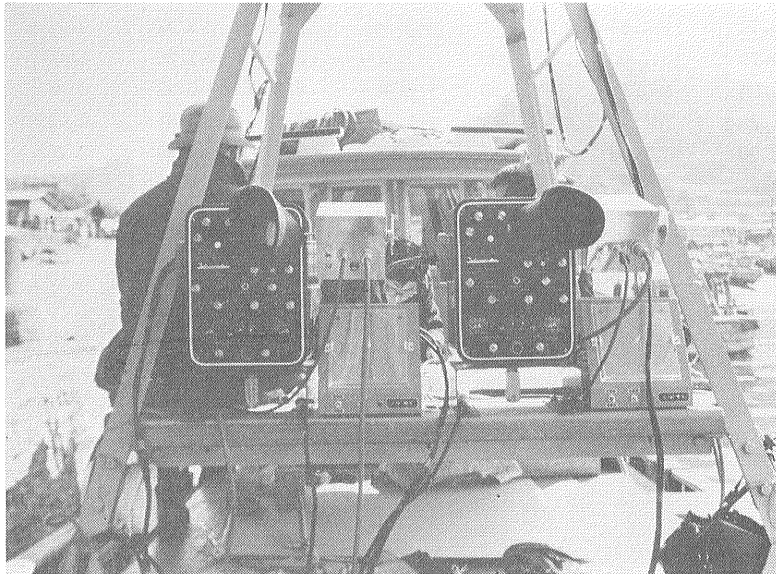
極座決定の法も、また、経済的・能率的な手段である。

4.11 新装備における東京湾の実験

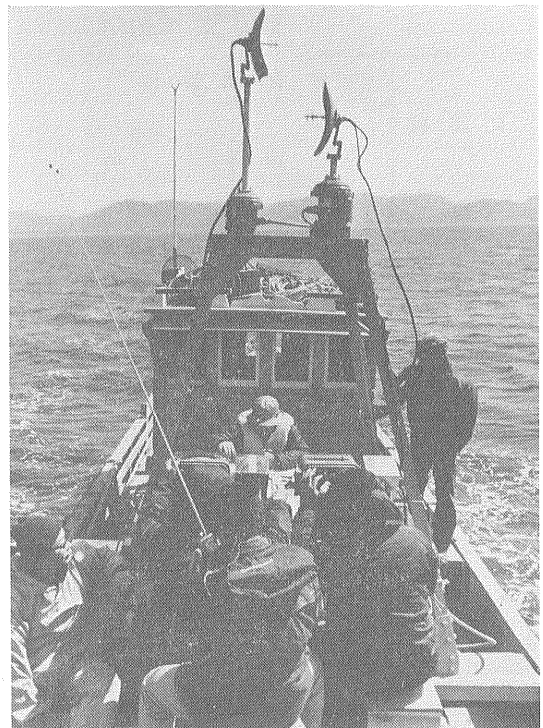
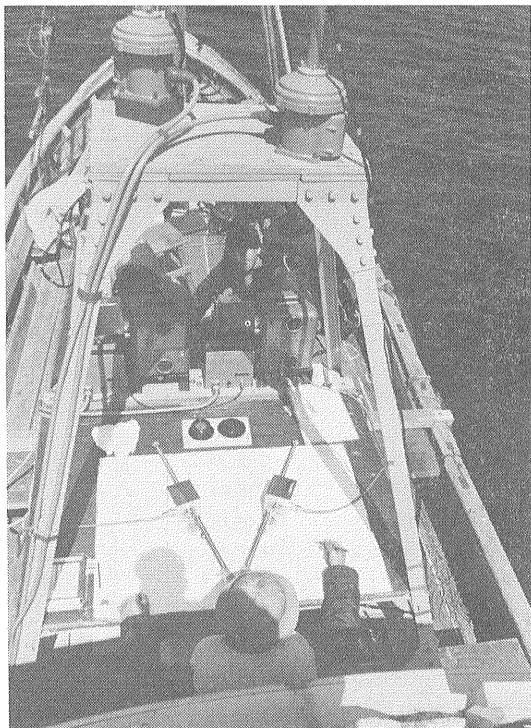
前回の手法別実験による結果は、スパーカと同調測定の際に、測定者の熟練度と観測船の状態が、Hydrodist測定に、もっとも適していた場合の例であるが、当所において、調査を行なう場合は、小型船を備船するので、

操舵室の上に測定場を備えると、動揺の振幅が大きくなり、主局アンテナ直測法の場合は、測線間隔がせまくなり、急速に旋回を行なったときに、主局・従局間の連続的送受信の操作に困難が生ずる。

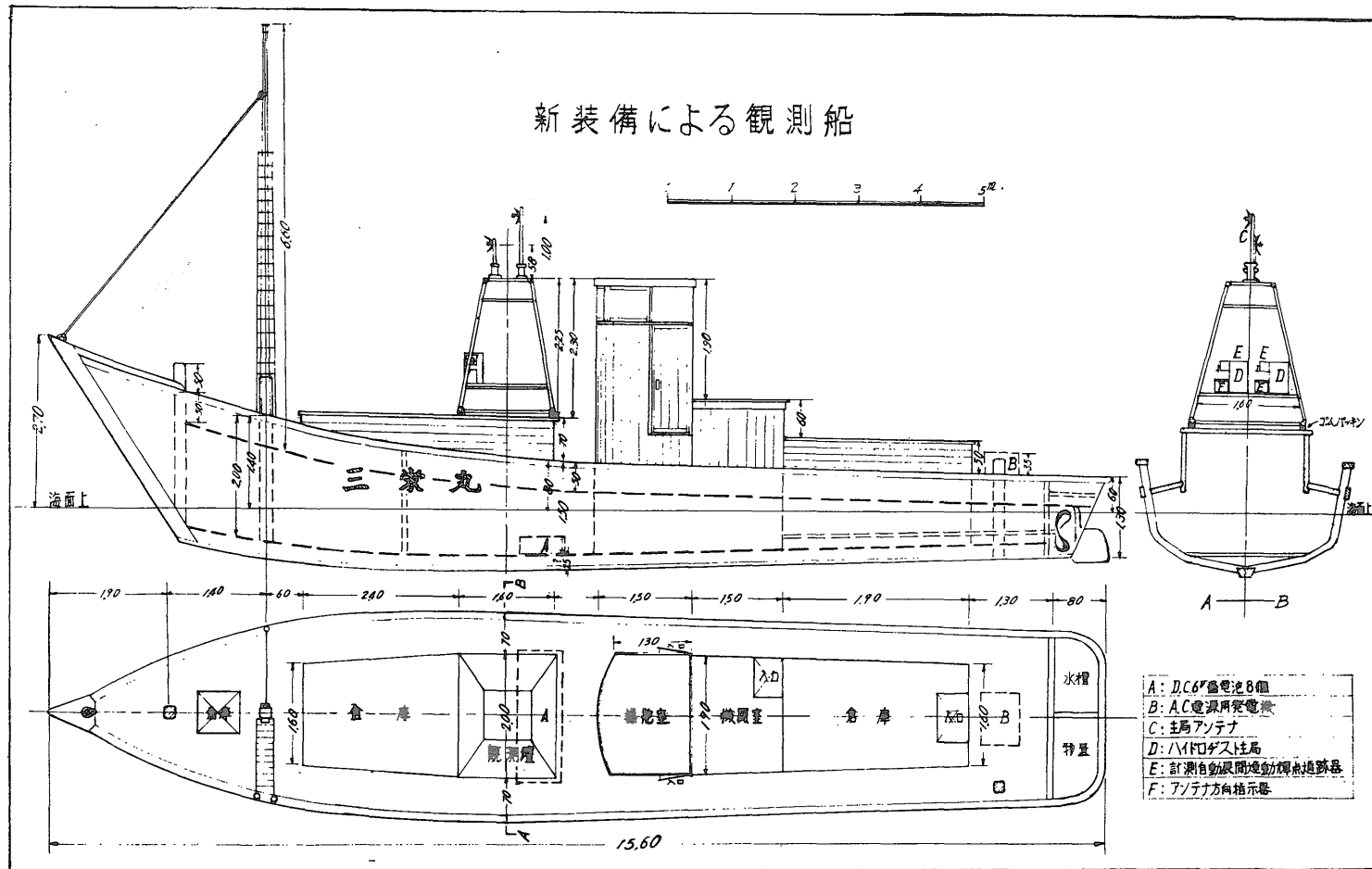
以上の実験結果にもとづき2機の主局を甲板上に固定して、アンテナを専用2段変速モーターにより回転させ、その方向指示を同調モーターによって、主局側に360°指



第 33 図 新改良装備による写真

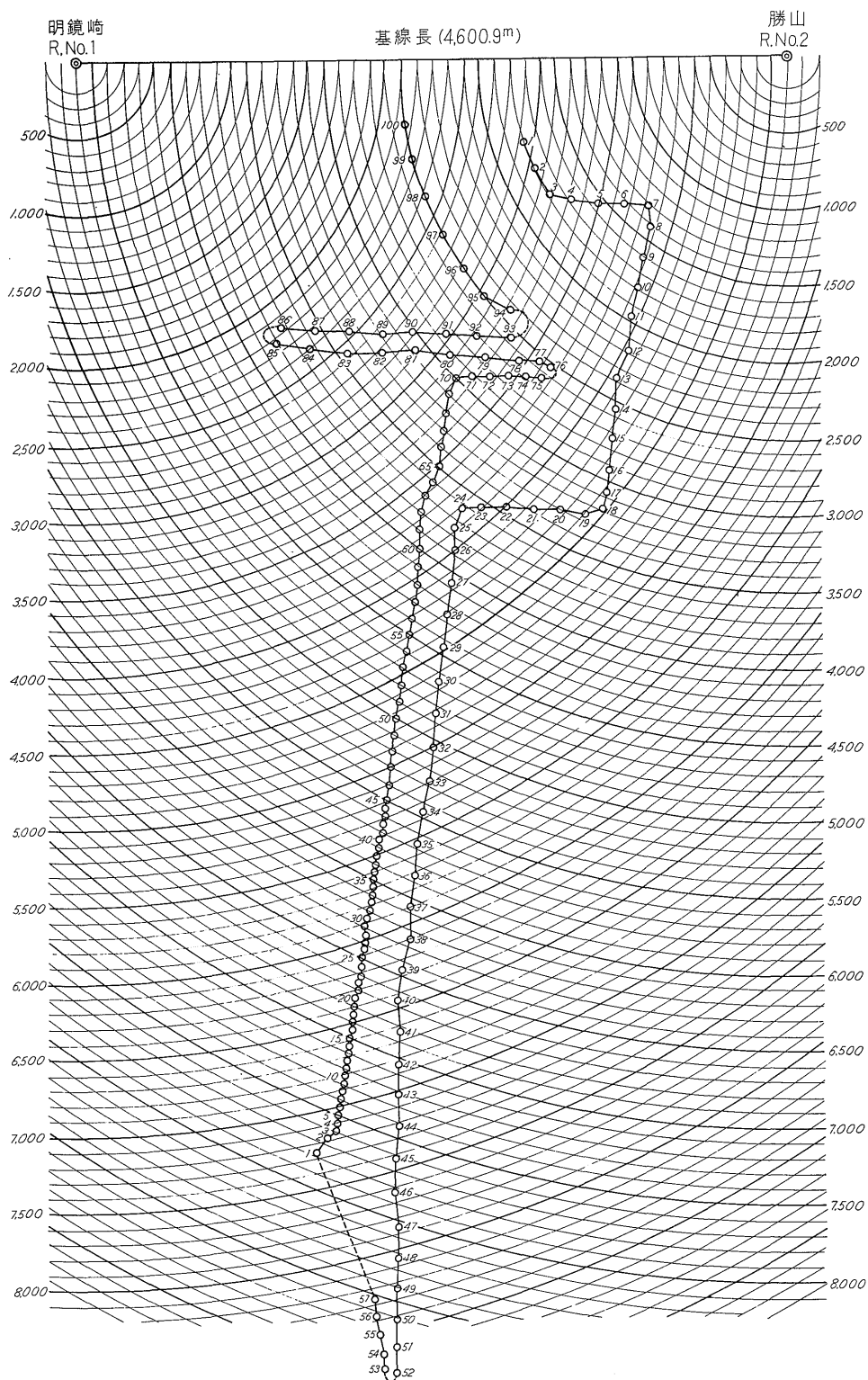


新装備による観測船

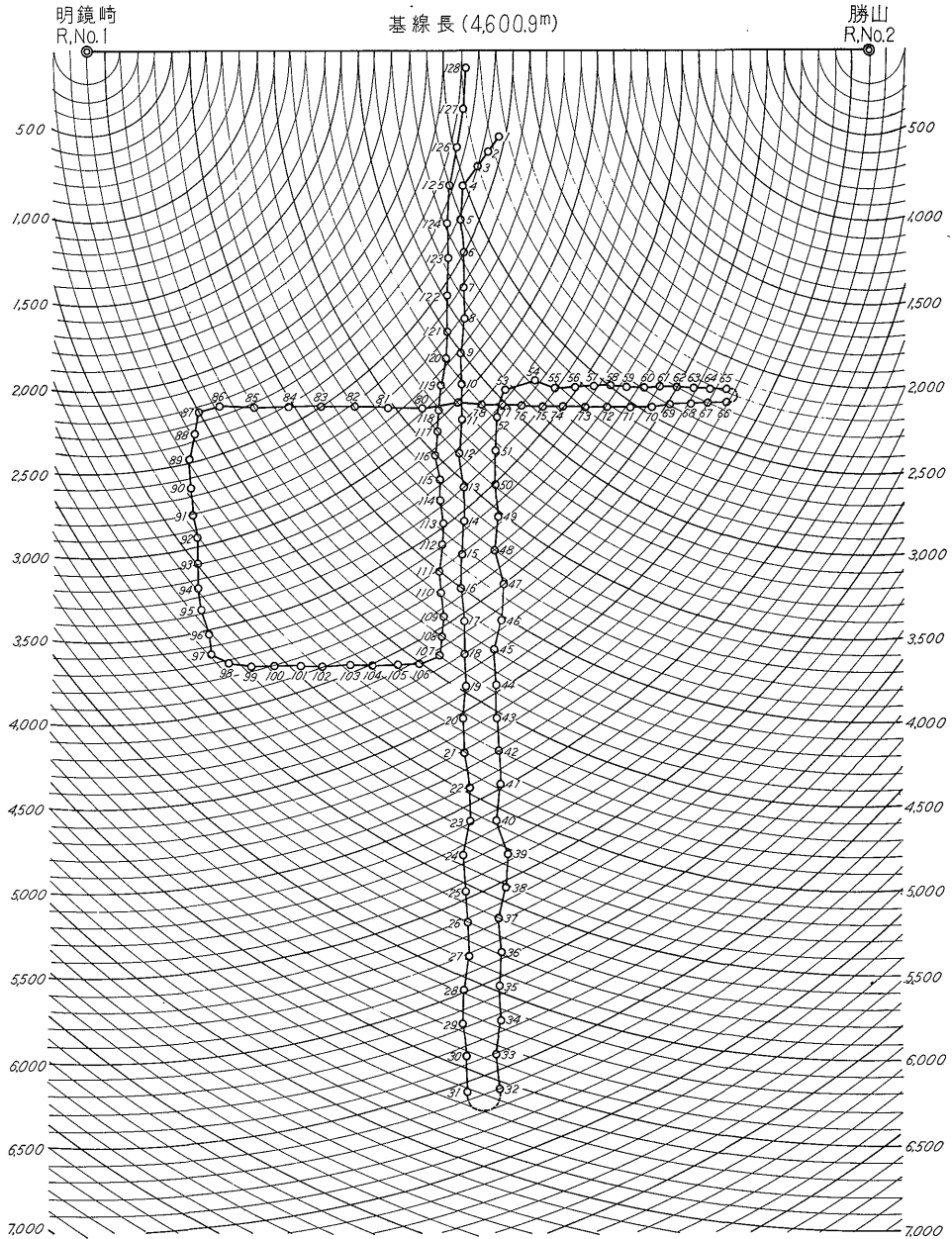


第 34 図 小型民船（新三栄丸）に改良装備設置図

海上用電波測位機ハイロゲスの実験結果について（岩崎一雄他18名）



第 35 图-1 保田 測定 図



第35図-2 保田測定図

針させる装置と、主局・従局間の測距の延進・短縮を回転型式にした。アームの一定の縮尺化した、自動航跡展開機を開発し、この新装備をもって東京湾、保田港沖において実験した。

観測船は木造船の小型 (14 t) のものであったが、比較的、動揺と震動にも耐えて、目的がたっせられた。

4.12 新装備による実験成果と考察

今までの調査同調実験でのこされた課題は装備を新しく改良して、一応の解決をみた。

東京湾口の館山付近の波浪のはげしい海域における実験計画をたて、館山付近の航空基地からの電波障害をさけ、保田港沖を選んだ。従局は明鐘崎と勝山に設けて、海岸線と直角の方向測線、あるいは、平行測線と、全速6ノット、または、半速などの急速での方向変換と、旋

海上用電波測位機ハイドロジストの実験結果について (岩崎一雄他18名)

第 12 表-1 ハイドロジスト野外測定簿 (基知点)

主局測点 奈多 INST. No. 1 M 測定者 吉田
 従局測点 黒崎 INST. No. 1 R 測定者 岩崎
 日付 July 30. 1967 時間 10h53m~11h01m
 測定状態 測定距離 m
 平均距離 8394.425 m

採 用 読 取 値					
CAVITY 400		CAVITY 750			
(A+)94	(A+)94	(A+)93	(A+)93		195.0
(C) 09	(D) 57	(C) 09	(D) 58		294.5
85	37	84	35		394.25
1	2	3	4	5	494.5
300	350	400	450	500	594.25
195 5 2)190 95	194 5 2)189 94.5	194.5 6.0 2)188.5 94.25	195 6 2)189 94.5	194.5 6.0 2)188.5 94.25	694.0
6	7	8	9	10	794.75
550	600	650	700	750	894.25
196 8 2)188 94	195.0 5.5 2)189.5 94.75	194.0 5.5 2)188.5 94.25	193.5 5.0 2)188.5 94.25	193 4 2)189 94.5	994.25
					1094.5
					10)944.25 94.425
					<u>8394.425m</u>

$$\left. \begin{array}{l} \text{No. 1} = 8394.425 \\ \text{No. 2} = 8394.400 \end{array} \right\} = 8394.4$$

第 12 表-2 ハイドロジスト野外測定簿 (基地点)

主局測定 奈多 INST. No. 2 M 測定者 吉田
 従局測定 黒崎 INST. No. 2 R 測定者 岩崎
 日付 July 30. 1967 時間 11h13m~11h20m
 測定状態 測定距離 m
 平均距離 8394.400m

採 用 読 取 値					
CAVITY 750		CAVITY 250			
(A+)93.5	(A+)93.5	(A+)95.5	(A+)95.5		194.0
(C) 9.0	(D) 58.0	(C) 10.0	(D) 56.0		294.5
84.5	35.5	85.5	39.5		394.75
1	2	3	4	5	494.5
700	650	600	550	500	594.25
195.5 7.5 2)188.0 94.0	195 6 2)189 94.5	195.5 6.0 2)189.5 94.75	196 7 2)189 94.5	196.5 8.0 2)188.5 94.25	694.5
6	7	8	9	10	794.75
450	400	350	300	250	894.0
195 6 2)189 94.5	195 5.5 2)189.5 94.75	194 6 2)188 94	194.5 6.0 2)188.5 94.25	195.5 6.5 2)189.0 94.5	994.25
					1094.5
					10)944.00 94.400
					<u>8394.400m</u>

第 13 表 志賀島外海における Hydrodist 実測値に対する仮定誤差から座標におよぼす影響一例

想定誤差型態番号	0	1	2	3	4	5	6
0=測定原値 1~6=測定長 ± 3 m R1-R2=固定基線長 R1, $x = 0.0$ R1 $y = 0.0$ R2 $x = -384.2$ R2 $y = +8385.6$							
3-1 測線	$x + 8239.2$ $y + 4644.3$	+8241.0 +4641.0	+4240.7 +4647.8	+8242.6 +4644.4	+8237.4 +4647.6	+8237.7 +4640.8	+8235.9 +4644.1
M0-M1~M6	ϵ_x 0.0 ϵ_y 0.0	+ 1.8 - 3.3	+ 1.5 + 3.5	+ 3.4 + 0.1	- 1.8 + 3.3	- 1.5 - 3.5	- 3.3 - 0.2
5-6 測線	$x + 3848.9$ $y - 2551.8$	+3846.0 -2556.2	+3853.8 -2550.0	+3850.9 -2554.3	+3851.8 -2547.5	+3844.0 -2553.7	+3846.9 -2549.4
M0-M1~M6	ϵ_x 0.0 ϵ_y 0.0	- 2.9 + 4.4	+ 4.9 - 1.8	+ 2.0 + 2.5	+ 2.9 - 4.3	- 4.9 - 1.9	- 2.0 - 2.4

以上の型の数値は図型の変化に伴い種々変化するが、第12表から 3 m以内にあるものとみなされる。

第 14 表 観測者位置関係から叢生する誤差

図 形			S4							
I (6-6-1)			a, b の組合せNo.	1	2	3	4	5	6	7
II (6-6-5)			a, b 組合せ単位	P ₀	a, b	a, b	a	b	a	b
図形	a, b 偏位置量	偏位置量を角度に換算	+		-	+	+	-	-	
I	1.0m	0° 0' 33''	0.0	-0.3	+0.5	-0.5	+0.1	+0.5	-0.1	
II	"	32	0.0	+0.1	+0.4	-0.2	+0.3	+2.0	+0.8	
III	"	16	0.0	+0.7	-0.7	0	+0.7	+0.6	-0.8	
I	1.5	0 0 49	0.0	-0.5	+0.4	-0.7	+0.2	+0.6	-2.0	
II	"	1 1	0.0	+0.2	-0.2	-0.4	+0.6	+0.4	+0.7	
III	"	31	0.0	+1.4	-1.5	-0.1	+1.5	0	-1.4	
I	3.0	0 1 38	0.0	-1.0	+1.1	-1.4	+0.4	+1.5	-0.1	
II	"	1 38	0.0	+0.3	-0.3	-0.6	+0.8	+0.6	-0.9	
III	"	49	0.0	+2.2	-2.2	-0.1	+2.3	+0.1	-2.4	
I		0 5 0	0.0	+3.7	+3.7	-4.3	+1.1	+4.3	-1.1	
II		5 0	0.0	+1.0	-1.0	-1.9	+1.9	+1.9	-3.0	
III		5 0	0.0	-4.6	-14.4	-0.7	-14.2	+0.7	-14.1	
III (6-9-1)			S3							
I	1.0	0 0 33	0.0	-1.1	+0.4	-0.5	-0.6	+0.5	+0.4	
II	"	32	0.0	-0.4	+0.5	0	-0.1	+0.7	+0.9	
III	"	16	0.0	-0.2	+0.1	-0.1	-0.1	0	+0.1	
I	1.5	0 0 49	0.0	-0.4	+1.6	-0.8	-0.9	+0.7	+0.8	
II	"	1 1	0.0	-1.2	+2.0	-2.3	-1.0	+1.6	+0.8	
III	"	31	0.0	-0.4	+0.2	-0.1	-0.2	+0.2	+0.2	
I	3.0	0 1 38	0.0	-3.2	+3.3	-1.6	-0.4	+1.6	+1.6	
II	"	1 38	0.0	-2.2	+2.9	-0.8	-1.0	+1.6	+1.8	
III	"	49	0.0	-0.4	+0.4	-0.2	-0.2	+0.2	+0.2	
I		0 5 0	0.0	-10.9	+9.9	-4.9	-5.0	+4.9	+5.0	
II		5 0	0.0	-7.4	+8.4	-3.2	-4.2	+4.0	+4.7	
III		5 0	0.0	-2.6	+2.5	-1.3	-1.3	+1.3	+1.3	
III (6-9-1)			S5							
I	1.0	0 0 33	0.0	-0.4	+0.8	0	-0.7	+0.1	+0.6	
II	"	32	0.0	-0.1	+0.6	+0.2	-0.3	-0.1	+0.4	
III	"	16	0.0	-0.5	+0.6	0	-0.5	0	+0.6	
I	1.5	0 0 49	0.0	-1.0	+1.0	0	-0.9	+0.1	+1.0	
II	"	1 1	0.0	-0.3	+0.4	+0.4	-0.6	-0.3	-0.6	
III	"	31	0.0	-1.0	+1.1	0	-0.9	0	+1.0	
I	3.0	0 1 38	0.0	-2.0	+2.0	-0.2	-1.8	+0.2	+1.8	
II	"	1 38	0.0	-0.1	+0.6	+0.2	-0.3	-0.1	+0.4	
III	"	49	0.0	-0.5	+0.6	0	-0.5	0	+0.6	
I		0 5 0	0.0	-6.1	+6.2	-0.5	-5.6	+0.6	+5.7	
II		5 0	0.0	-0.3	+0.4	+0.4	-0.6	-0.3	-0.0	
III		5 0	0.0	-1.0	+1.1	0	-0.9	0	+1.0	

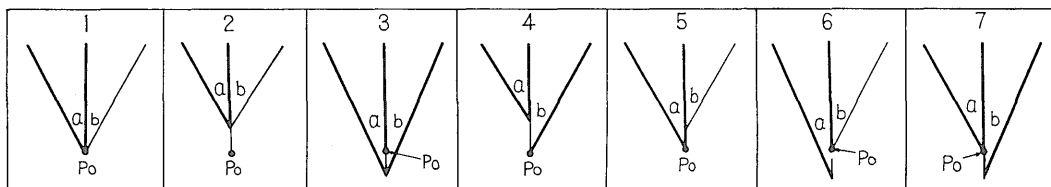
よる測定についても必然的に伴う誤差関係について、実例 3 点を選んで、測角値から算出される辺長に起因する較差量について検討した。

図形 3 点を選んで数値計算を実施し、測角値の変化から距離に及ぼす値の実例を第 14 表、第 15 表に記した。

セキスタントの陸岸目標を三角あるいは、多角測量等で測地的な関係位置を、海上測定前に算出しておくのが精度を上げる根本条件であるが、航行中の一定瞬時に観測者 2 名でもって 2 夾角を同時測定を行なうには立体的の上、下投影点で実施すればよいが、一般的に a, b 2 者それぞれの陸岸目標に対し視準する関係から (第 38 図) そ

の時の状況により、2 者の偏位量を、1 m, 1.5 m, 3 m としそれらの量を角度に置き換えた結果 (第 14 表) の距離の変移量が発生する。

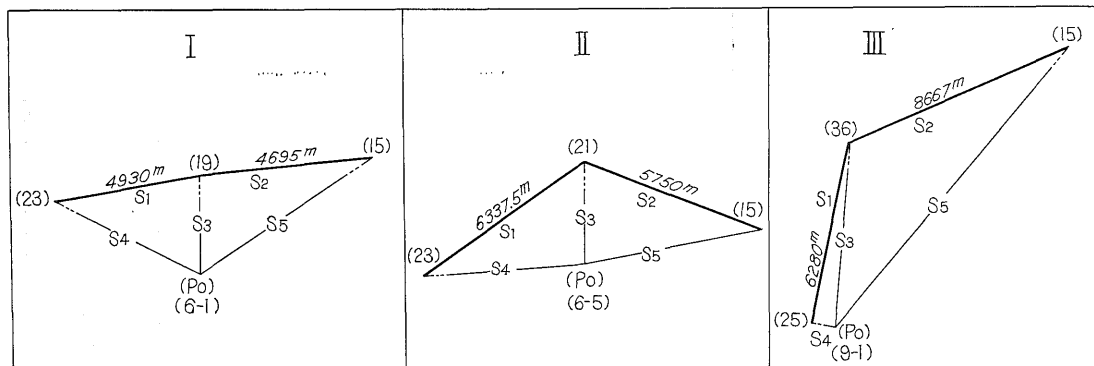
また陸岸目標的に誤差が伴う場合に起る問題として、1/25,000 海図による目標位置の指針値誤差を 0.4 mm としたとき、その実長は 10 m となり、それに上記の P₁P₂P₃ について位置偏位量を算出解析すると、(第 15 表) 陸方向よりの距離変移量が発生するが、その実長を再び縮尺化した図としての成果とするときと図示位置は・記号内に取る。すなわち調査目的と必要度により、測定手法を選定すべきものと考察する。



第 38 図 その 1 セキスタント観測者の位置関係図

第 15 表 博多セキスタント陸岸誤差よりの関係表

S ₁ , S ₂ の組合せ No.		1	2	3	4	5	6	7
S ₁ , S ₂ の 組 合 せ		S ₁ =0.0 S ₂ =0.0	S ₁ =+10m S ₂ =+10m	S ₁ =-10m S ₂ =-10m	S ₁ =+10m S ₂ =-10m	S ₁ =-10m S ₂ =+10m	S ₁ = 0.0 S ₂ =-10.0	S ₁ =+10.0 S ₂ =- 0.0
図		m	m	m	m	m	m	m
形	I	0.0	+10.9	-11.3	+12.4	-12.4	+ 0.5	+11.4
	II	0.0	+ 8.0	- 7.8	+12.3	-12.1	+ 2.0	+10.0
	III	0.0	+ 2.7	- 2.0	- 1.2	+ 0.2	-17.2	+ 6.0
S 3								
図		0.0	+ 5.9	- 7.1	+ 2.4	- 1.9	- 2.3	+ 3.6
形	I	0.0	+ 5.7	- 6.9	- 0.1	+ 0.6	- 2.5	+ 3.4
	II	0.0	+ 9.8	-10.0	+ 9.8	- 9.4	- 0.3	+ 9.5
	III							
S 5								
図		0.0	+12.0	-12.6	-10.4	+11.1	-11.5	+ 0.4
形	I	0.0	+ 9.6	- 9.7	-11.1	+11.2	-10.6	- 1.0
	II	0.0	+16.0	-17.0	- 7.0	+ 4.7	-11.1	+ 3.4
	III							



5. 海上位置測定に対する理論精度について

海上調査において、諸観測値の誤差が船位におよぼす影響を測量学的に探求することは、諸種の海底地質調査に対応する目的のために重要なことであるとともに、測定機器別による測定方法の研究により、必要に応じて能率的、かつ経済的に確定値を得ることになる。

一般に海上位置測定においては、陸上既知点からの距離を直接電波的に計測し、測地的値を得る方法と、諸天体又は人工測地衛星、測地衛星等の観測による、天文航法と、沿岸海域においては陸上固定点より海上目標の夾角度を測り間接的に距離を求めることと、海上から陸上既知点目標の夾角度を測り、間接に距離を求めることなどは、測量技術上周知の事実であるが、そのいずれも未知量の測定誤差を持っている。その実体的真値は、測定機器、手法が如何に発達し、極微の世界に入っても、知ることができないであろう。

ただ真値であるべきはずのための数学的条件式と組み合わせ、その解答値により測量学上測定誤差を満足させることができるが、それは真値でないことは勿論で、真値に近い確らしい値である。この最確値の精度を高めることが、測量技術担当者の最大の目的である。

電波技術が高度に発達し一般化され、電波航法の目的のための電波計測器には、それらの機種によりそれぞれの特長はあるが、地質調査所に Hydrodist が導入され、海底地質調査の位置測定の精度を高める見込みがえられた。

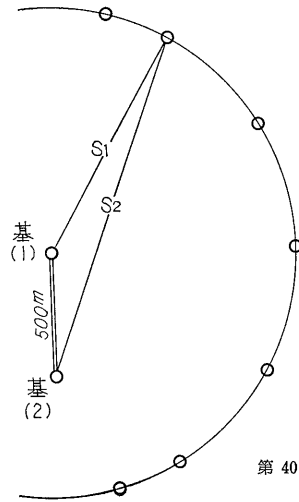
陸上試験結果からこの Hydrodist の持つ当然生ずるであろう、標準的な辺長誤差をもって、組成される三辺形の測量学的図形から発生する位置変位、理論的正位置に閉合しないものを、特定辺長に標準誤差を仮定し、測地的に閉合させた変位量を算出し、正位置と比較対照し、陸上従局位置選定と、海域測定範囲図形の重要さの資料とする。なお沿岸測定に現在も活用されているセキスタントによる後方交会についても、博多湾内における標準実例を示したが、測角誤差による船位の変移が図形により如何に変化するかを併せて検討し、セキスタント活用の資料とする。

5. 1 Hydrodistによる測定長の標準誤差と船位の変位

航行中の船上に装置された2主局と、陸上の2基準点に設置された2従局により、同時1回観測によって、2辺長を測定し三辺法により船位を決定するのであるが、この場合の三辺法は単三角形であるので、測定長の誤差の量の抽出は、はなはだ困難である。測定長に誤差があつて本来は閉合すべからざるものと閉合させて、船位とすることになるから当然船位の移動はまぬがれない。この船位に影響する測定長の誤差の量を、 $\pm 2m$ と仮定して移動量を算出したが、これは当をえたものでないかも知れない。然し測定長の誤差の量による船位の変化量を予測する指標にはなりえらと思う。

この位置誤差が如何なる状態で発生するかということ(第39図)のように、8種類に解折できる。このような誤差の発生状況の、いずれかが、あらゆる図形に生ずることになる。基線の方向、長短、測線の方向、長短、基線と測点との距離等により、図形の変化は無数なので、次に述べる3測線を選定した。

第1測線 5,000mの基線の端点(1)から半径1,000mの半円を描き、基点(1)において基線との夾角 $10^\circ 30' 60' 90' 120' 150' 165'$ の直線との交点を測点とみなし(第40



第40図 第1測線型

$S_1 = \pm$ $S_2 = \pm$	$S_1 = -2m$ $S_2 = \pm$	$S_1 = +2$ $S_2 = \pm$	$S_1 = \pm$ $S_2 = -2$	$S_1 = \pm$ $S_2 = +2$	$S_1 = -2$ $S_2 = -2$	$S_1 = +2$ $S_2 = +2$	$S_1 = -2$ $S_2 = +2$	$S_1 = +2$ $S_2 = -2$

第39図 ハイドロヂスト距離誤差から発生する位置誤差の種別8型

図) その正位置と前述した誤差発生状況のそれぞれの閉合座標値を求め、正位置との座標差を測定表の誤差による船位の移動量とした (第16表)。

この数表でみられるように±2mの誤差による船位の移動量は両辺に反対符号をもって7, 8型が最も大きく150°の図形で約20m, 165°の図形では、46mにもおよび

他の図形でも約7m~10mの変位がある。両辺とも同符号の(+)あるいは(-)の誤差を持つ56型は船位の移動量は少量で、むしろ一辺は正しく、他の一辺に誤差を持つ1, 2, 3, 4型に変位量が多い。

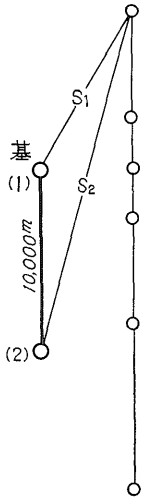
第2測線 10,000mの基線に5,000mの距離を持つ、平行線の測線を想定し基線の端点(1)から基線との夾角 10°

第 16 表 第 1 測 線 表

図 形			正位置	誤 差 発 生 状 況							
				(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	S ₁ 10,000.00 S ₂ 5,149.70 1 10° 0' 2 160° 18' P 9° 42'	X	0.0		-3.8		+2.2	+2.1		+6.2	
		Y	0.0		-11.2		+11.6	-0.5		+22.5	
	S ₁ 10,000.00 S ₂ 6,196.57 1 30° 0' 2 126° 12' P 23° 48'	X	0.0	+4.0	-4.0	-2.5	+2.5	+1.5	-1.5	+6.5	-6.5
		Y	0.0	+2.9	-2.9	-4.3	+4.3	-1.4	+1.4	+7.2	-7.3
	S ₁ 10,000.00 S ₂ 8,660.25 1 60° 0' 2 90° 0' P 30° 0'	X	0.0	+4.0	-4.0	-3.5	+3.4	+0.5	0.5	+7.4	-7.5
		Y	0.0	0.0	0.0	-2.0	+2.0	-2.0	+2.0	+2.0	-2.0
	S ₁ 10,000.00 S ₂ 11,180.33 1 90° 0' 2 63° 26' P 26° 34'	X	0.0	+4.0	-4.0	-4.5	+4.5	-0.4	+0.5	+8.7	-8.4
		Y	0.0	-2.0	+2.0	0.0	0.0	-2.0	+2.0	-2.0	+2.0
	S ₁ 10,000.00 S ₂ 13,228.76 1 120° 0' 2 40° 54' P 19° 6'	X	0.0	+4.0	-4.0	-5.3	+5.3	-1.2	+1.3	+9.3	-9.3
		Y	0.0	-4.6	+4.6	+3.0	-3.1	-1.6	+1.6	-7.7	+7.6
	S ₁ 10,000.00 S ₂ 14,546.55 1 150° 0' 2 20° 6' P 9° 54'	X	0.0	+4.0	-4.0	-5.8	+5.8	-1.8	+1.8	+9.8	-9.8
		Y	0.0	-10.9	+11.0	+10.2	-10.1	-0.9	+0.9	-21.1	+20.9
	S ₁ 10,000.00 S ₂ 14,886.00 1 165° 0' 2 10° 1' P 4° 59'	X	0.0		-4.0		+6.0	-1.9		+10.0	
		Y	0.0		+22.2		-22.6	-0.5		-46.0	

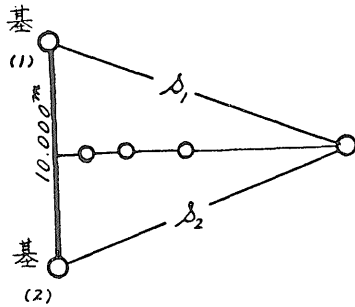
第 17 表 第 2 測 線 表

図 形			正 位 置	誤 差 発 生 状 況							
				(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	S ₁ 28.793.85 ^m S ₂ 19.025.23 1 10° 0' 2 164° 46' P 5° 14'	X	0.0		- 5.2		+ 3.9	+ 2.0		+ 9.6	
		Y	0.0		-21.1		+21.8	- 0.3		+42.1	
	S ₁ 19.318.50 S ₂ 10.000.00 1 15° 0' 2 150° 0' P 15° 0'	X	0.0		- 3.9		+ 2.0	+ 1.9		+ 5.9	
		Y	0.0		- 6.7		+ 7.5	- 0.7		+14.1	
	S ₁ 10.000.00 S ₂ 5.176.40 1 30° 0' 2 75° 0' P 75° 0'	X	0.0		- 2.0		+ 1.1	+ 1.0		+ 3.0	
		Y	0.0		+ 0.5		+ 1.8	- 2.3		+ 1.3	
	S ₁ 5.773.50 S ₂ 8.694.72 1 60° 0' 2 35° 6' P 84° 54'	X	0.0		- 1.2		+ 1.7	- 0.6		+ 2.9	
		Y	0.0		+ 1.6		+ 1.0	- 2.6		- 0.6	
	S ₁ 5.000.00 S ₂ 11.180.00 1 90° 0' 2 26° 34' P 63° 26'	X	0.0		- 1.0		+ 2.2	- 1.2		+ 3.2	
		Y	0.0		+ 2.0		0.0	- 2.0		- 2.0	
	S ₁ 5.773.50 S ₂ 13.822.74 1 120° 0' 2 21° 12' P 38° 48'	X	0.0		- 1.2		+ 2.8	- 1.5		+ 3.9	
		Y	0.0		+ 3.0		- 1.6	- 1.4		- 4.6	
	S ₁ 10.000.00 S ₂ 19.318.50 1 150° 0' 2 15° 0' P 15° 0'	X	0.0		- 2.0		+ 3.9	- 1.9		+ 5.8	
		Y	0.0		+ 7.5		- 6.7	- 0.7		-14.2	
	S ₁ 14.619.00 S ₂ 24.258.28 1 160° 0' 2 11° 54' P 8° 4'	X	0.0		- 2.9		+ 4.9	- 1.9		+ 7.8	
		Y	0.0		+13.7		-13.5	- 0.7		-27.5	



第41図 第2測線型 15°および150°で約14m 160°で約28mの変位がある。次いで誤差発生状況の1, 2, 3, 型いわゆる1辺は正しく他の1辺に±2mの誤差を持つ船位の変移は夾角10°で約21m 160°で約14mであり、誤差発生状況の5, 6型はそれほど図型に左右されていないのも第1測線と同様である。

第3測線 10,000mの基線の中心点に直行する測線を仮定して、基線の両端点から基線との夾角 5° 10° 20° 30° 40° 50° 60° 70° 80° の交点を測点とみなし (第42図) 前測線同様船位の移動量を算出した。



第42図 第3測線型

ただし第3測線では誤差発生状況の1, 2, 3, 4を同型とし、7と8も同型とみなし船位移動量算出の煩雑さを省略した。

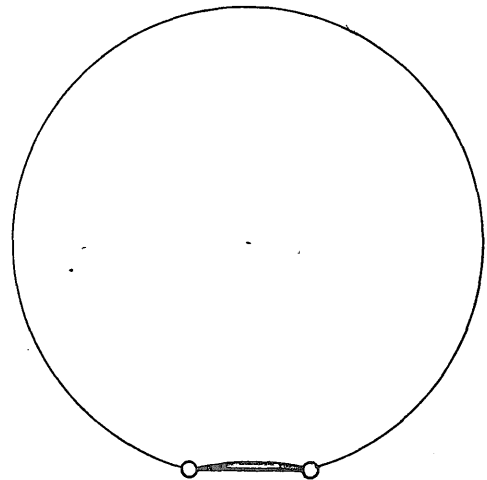
この数表には誤差発生状況の1, 2, 3, 4の部分、3の上段の変異量と、4の下段の変異量が算出しているのみであるが、誤差発生状況の1, 2, 3, 4を通じて、その変異量の絶対値は、3の上段の変異量から徐々に下降して、4の下段の変異量にいたることを示すものである。第1測線、第2測線においては誤差発生状況の7,

8型に変異量多く、次いで1, 2, 3, 4型となり、5, 6型は少量であったのであるが、この測線では、常に二等辺三角形が、それに近い図型のためにか、前2測線とは傾向を異にした変異量を示している。すなわち誤差発生状況の1, 2, 3, 4, 5, 6型は基線との夾角が鋭角であるほど、移動量多く、夾角が大きくなるにしたがい減少し、7, 8型はその反対の現象を表わしている。

以上の3仮定測線の移動量数表をみてとくに感じることは図形の撰定が、如何に重要であるかということである。そのためには内角を規制し、測定区域を制限しなければならない。(この測定区域については後述する)なお考えられることは、第1測線、第2測線のような場合には、2辺とも(+)の誤差、あるいは2辺とも(-)の誤差であることが、1辺は正しく他の1辺に(±)の誤差よりも移動量が少ないことである。これは主、従2対のHydrodistが性能的に同精度であると同時に、同機を操作観測する技術者も同精度に熟練して常に正しい距離を読定することが望ましいのであるが、例え個人誤差があったにしても、両人とも(+)なら(+), (-)なら(-)と、同性質の個人誤差であることを示唆する。

Hydrodistの測定範囲

Hydrodistの観測誤差±2mが海上調査の船位決定におよぼす移動量と20mまで許容すれば前掲数表と照合して鋭角15°以下、鈍角150°以上は避けなければならないことがわかる。この内角を制限した測定区域を知るためには適当な縮尺の船位投影紙上の基線長を弦とし、その両端点からの直線の交点が弧上に15°の角度を持つ円周の直径と、150°の角度を持つ円周の直径を知る必要がある。基線すなわち弦をSとし直径を2rとすれば、



第43図 ハイドロジスト測定範囲図

$$2r = \frac{S}{2} \tan 82.5^\circ + \frac{S}{2} \cot 7.5^\circ \dots\dots(1)$$

が15°の円周の直径であり、

$$2r = \frac{S}{2} \cot 15^\circ + \frac{S}{2} \tan 15^\circ \dots\dots(2)$$

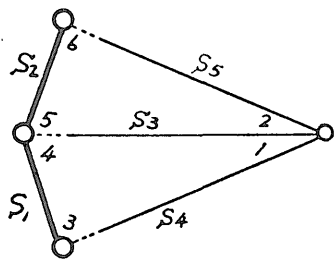
が150°の円周の直径となるので、基線(弦)の中心点に垂線を引き、船位側に(1)式の第1項の値をとり、さらにその点より基線側に向ってrをとりr点を中心として、円を描けば基線の両端点からの直線の頂点の角度が15°の弧となる。なお、(2)式の第1項の値を反対側にとり同様にr点を中心として、円を描けば基線の両端点からの直線の頂点の角度が150°の弧となるので、前者の弧内において後者の弧外が規制された測定区域である。(角度の制限は求められる精度に応じて決定すべきである。)

海上調査においては、刻々船位を投影するのであるから、予め測定区域を投影紙上に描いておけば好都合である。

主従各々1局と従局よりの角度測定による極度方式による場合にはHydrodist測距内において図型による精度上の範囲を左右されない利点があるが測角値をえる気象条件と、測角機の角精度による距離の遠近に比例する誤差の大きさが問題となる。

5.2 セキスタントによる後方交会法の測角値の仮定誤差が船位におよぼす影響について

六分儀の場合三角測量の後方交会法の算式を解くにしても、また三桿分度器を使用することにしても、測定値に観測誤差があった場合その誤差を検出することはできない。のみならず測角値を絶対値すなわち与件として、船位を決定することになるので、その誤差は当然他の夾角および辺長に影響をあたえる。



第44図 後方交会図

第44図でみるように、辺、 S_1, S_2 , 角(4+5)は基線および基線の持つ角として絶対件であり、また L_1, L_2 は観測件であるけれども絶対件として取り扱うことになるのでその観測件の誤差は、観測値を補正することではない。

角条件式 辺条件式を否定なしに充足した結果になっ

ているのであるが、その誤差によって生ずる角や辺長の変化の量は予測することすらできない。しかも航行中の船位決定のための六分儀同時観測は悪条件下の一回測定であるから、いかに六分儀観測技術の練達者でもある程度度の誤差はまぬがれない。

第19表 後方交会計算式として

$$\frac{L_3 + L_6}{2} = 180^\circ - \frac{L_1 + L_2 + L_4 + L_5}{2}$$

$$S_3 = \frac{S_1 \sin L_3}{\sin L_1} = \frac{S_2 \sin L_6}{\sin L_2}, \quad \frac{\sin L_6}{\sin L_3} = \frac{S_1 \sin L_2}{S_2 \sin L_1}$$

$$\tan U = \frac{\sin L_6}{\sin L_3}, \quad \tan U = \frac{S_1 \sin L_2}{S_2 \sin L_1}$$

$$\frac{\sin L_3 + \sin L_6}{\sin L_3 - \sin L_6} = \frac{\tan \frac{1}{2}(L_3 + L_6)}{\tan \frac{1}{2}(L_3 - L_6)}$$

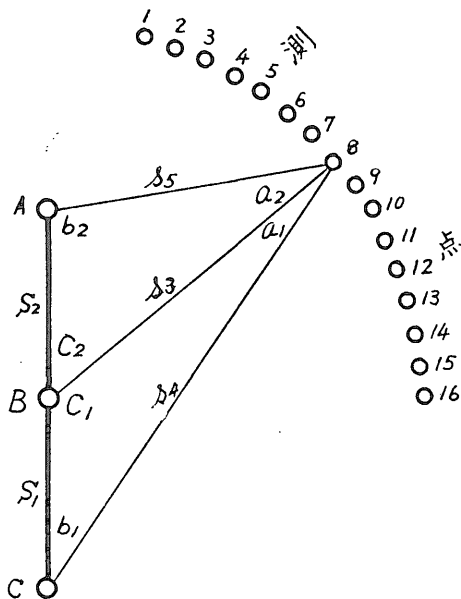
$$\tan \frac{1}{2}(L_3 - L_6) = \cot(U + 45^\circ) \tan \frac{1}{2}(L_3 + L_6)$$

角規約 $L_1 + (L_3 + \delta_3) + (L_4 + \delta_4) - 180^\circ = 0$
 $L_2 + (L_5 + \delta_5) + (L_6 + \delta_6) - 180^\circ = 0$
 $\delta_4 + \delta_5 = 0$

辺規約 $\frac{S_1 \sin(L_3 + \delta_3)}{S_2 \sin(L_6 + \delta_6)} \frac{\sin L_2}{\sin L_1} = 1$
 $(\delta_2 \dots \delta_6 \text{ 補正さるべき角度})$

(なるが観測結果に誤差以外の誤測等があつても検出することは出来ない)

ここにおいて観測値の誤差が後方交会法の構成する三角網の他の角および辺におよぼす変化量を図形に応じて検討してみる必要があると思われる。その誤差の発生状況や調査測線の配置による測点の遠近、さらには基線の



第45図 セキスタント測線図

第 20 表 六分儀観測の仮定誤差が、夾角、辺長、座標におよぼす影響

		$C_2=15^\circ$ 測点 (1)										
		a_1	a_2	b_1	b_2	c_1	c_2	s_3	s_4	s_5	ϵx	ϵy
		m										
a_1, a_2 正		4° 59' 14''	14° 3' 7''	10° 0' 46''	150° 56' 53''	165° 0' 0''	15° 0' 0''	10,000.00	14,885.99	5,329.86	0.00	0.00
a_1, a_2+5' の誤差		5 4 14	14 8 7	10 15 7	150 32 33	164 40 39	15 19 20	10,068.66	14,949.14	5,410.20	+ 51.51	+ 72.41
a_1, a_2-5' の誤差		4 54 14	13 58 7	9 46 30	151 21 10	165 19 16	14 40 43	9,930.30	14,821.31	5,248.71	- 53.06	- 71.39
$a_1=正, a_2+5'$ 誤差		4 59 14	14 8 7	9 57 56	150 54 44	165 2 50	14 57 9	9,953.42	14,839.88	5,282.67	- 42.36	- 20.03
		$C_2=20^\circ$ 測点 (2)										
		6 38 11	17 52 1	13 21 49	142 7 59	160 0 0	20 0 0	10,000.00	14,797.61	5,570.53	0.00	0.00
		6 43 11	17 57 1	13 36 5	141 43 43	159 40 44	20 19 16	10,048.73	14,839.42	5,634.17	+ 26.38	+ 69.53
		6 33 11	17 47 1	13 8 27	142 31 21	160 18 22	19 41 38	9,960.78	14,764.55	5,516.86	- 18.79	- 63.47
		6 38 11	17 57 1	13 19 9	142 5 39	160 2 40	18 57 20	9,967.27	14,765.81	5,536.99	- 28.12	- 18.46
		$C_2=25^\circ$ 測点 (3)										
		8 16 25	21 7 38	16 43 35	133 52 22	155 0 0	25 0 0	10,000.00	14,684.37	5,862.53	0.00	0.00
		8 21 25	21 12 38	16 56 43	133 29 13	154 41 52	25 18 9	10,026.83	14,703.38	5,906.62	+ 1.81	+ 59.26
		8 11 25	21 2 38	16 30 29	134 15 27	155 18 6	24 41 55	9,972.84	14,665.24	5,818.31	- 2.58	- 59.05
		8 16 25	21 12 38	16 40 9	133 50 47	155 3 26	24 56 35	9,966.93	14,653.13	5,828.11	- 25.79	- 29.95
		$C_2=30^\circ$ 測点 (4)										
		9 53 46	23 47 40	20 6 14	126 12 20	150 0 0	30 0 0	10,000.00	14,546.56	6,196.40	0.00	0.00
		9 58 46	23 52 40	20 18 31	125 50 3	149 42 43	30 17 17	10,014.09	14,551.69	6,229.78	- 13.08	+ 50.58
		9 48 46	23 42 40	19 53 53	126 34 41	150 17 21	29 42 39	9,985.02	14,540.46	6,162.55	+ 12.12	- 51.19
		9 53 46	23 52 40	20 2 23	126 11 11	150 3 51	29 56 9	9,969.45	14,518.34	6,164.11	- 20.87	- 24.95
		$C_2=35^\circ$ 測点 (5)										
		11 30 1	25 54 26	23 29 59	119 5 34	145 0 0	35 0 0	10,000.00	14,384.55	6,563.90	0.00	0.00
		11 35 1	25 59 26	23 41 22	118 44 10	144 43 37	35 16 24	10,004.53	14,379.58	6,588.86	- 23.76	+ 41.64
		11 25 1	25 49 26	23 18 35	119 26 57	145 16 24	34 43 37	9,995.18	14,389.36	6,538.78	+ 23.28	- 41.84
		11 30 1	25 59 26	23 25 43	119 4 49	145 4 16	34 55 45	9,971.40	14,359.09	6,532.78	- 16.36	- 26.51

$C_2=40^\circ$						测点 (6)				
a_1	a_2	b_1	b_2	c_1	c_2	s_3	s_4	s_5	εx	εy
$13^\circ 4'57''$	$27^\circ 30'57''$	$26^\circ 55' 3''$	$112^\circ 29' 3''$	$140^\circ 0' 0''$	$40^\circ 0' 0''$	m 10,000.00	m 14,198.75	m 6,956.69	m 0.00	m 0.00
13 9 57	27 35 57	27 5 19	112 8 47	139 44 44	40 15 16	9,996.31	14,184.99	6,979.96	- 31.44	+ 31.57
12 59 57	27 25 57	26 44 42	112 49 24	140 15 21	39 44 39	10,003.23	14,211.98	6,938.96	+ 31.12	- 32.21
13 4 57	27 35 57	26 50 13	112 28 53	140 4 50	39 55 10	9,972.35	14,174.92	6,925.68	- 12.17	- 28.52
$C_2=45^\circ$						测点 (7)				
14 38 20	28 40 30	30 21 40	106 19 30	135 0 0	45 0 0	10,000.00	13,989.67	7,368.13	0.00	0.00
14 43 20	28 45 30	30 30 47	106 0 23	134 45 53	45 14 7	9,989.60	13,969.16	7,378.73	- 36.42	+ 21.59
14 33 20	28 35 30	30 12 31	106 38 39	135 14 9	44 45 51	10,010.18	14,009.89	7,357.33	+ 36.27	- 22.00
14 38 20	28 45 30	30 16 17	106 19 53	135 5 23	44 54 37	9,973.19	13,967.68	7,337.10	- 7.93	- 30.01
$C_2=50^\circ$						测点 (8)				
16 9 54	29 26 29	33 50 6	100 33 3	130 0 0	50 0 0	10,000.00	13,757.86	7,792.38	0.00	0.00
16 14 54	29 31 29	33 57 56	100 15 40	129 47 10	50 12 51	9,983.85	13,731.94	7,796.71	+ 39.02	+ 11.57
16 4 54	29 21 29	33 42 16	100 51 20	130 12 50	49 47 11	10,016.05	13,788.82	7,788.05	+ 38.87	- 11.76
16 9 54	29 31 29	33 44 4	100 34 32	130 6 2	49 53 59	9,973.78	13,737.56	7,760.96	- 3.50	- 31.31
$C_2=55^\circ$						测点 (9)				
17 39 21	29 52 3	37 20 29	95 7 57	125 0 0	55 0 0	10,000.00	13,503.98	8,224.46	0.00	0.00
17 44 21	29 57 3	37 27 4	94 51 32	124 48 35	55 11 25	9,978.89	13,473.78	8,222.74	- 39.28	+ 1.67
17 34 21	29 47 3	37 14 7	95 24 29	125 11 32	54 48 28	10,020.93	13,534.08	8,225.95	+ 39.52	- 2.19
17 39 21	29 57 3	37 13 53	95 9 43	125 6 46	54 53 14	9,974.27	13,485.39	8,192.39	+ 1.32	- 32.36
$C_2=60^\circ$						测点 (10)				
19 6 24	30 0 0	40 53 36	90 0 0	120 0 0	60 0 0	10,000.00	13,228.75	8,660.25	0.00	0.00
19 11 24	30 5 0	40 58 31	89 45 5	119 50 5	60 9 55	9,974.80	13,195.30	8,652.85	- 37.54	- 7.47
19 1 24	29 55 0	40 48 38	90 14 58	120 9 58	59 50 2	10,025.16	13,262.22	8,667.56	+ 37.73	+ 7.22
19 6 24	30 5 0	40 46 9	90 2 27	120 7 27	59 52 33	9,974.46	13,212.13	8,627.68	+ 6.15	- 33.07
$C_2=65^\circ$						测点 (11)				
20 30 39	29 53 53	44 29 21	85 6 7	115 0 0	65 0 0	10,000.00	12,932.97	9,096.05	0.00	0.00
20 35 39	29 58 53	44 30 57	84 54 31	114 55 24	65 6 36	9,966.15	12,894.61	9,076.28	- 31.64	- 22.62
20 25 39	29 48 53	44 24 4	85 21 24	115 10 17	64 49 43	10,023.37	12,965.36	9,101.42	+ 37.03	+ 8.47
20 30 39	29 58 53	44 19 19	85 11 9	115 10 2	64 49 58	9,970.33	12,915.42	9,055.80	+ 13.82	- 39.23

$C_2=70^\circ$

測点 (12)

a_1	a_2	b_1	b_2	c_1	c_2	s_3	s_4	s_5	εx	εy
						m	m	m	m	m
21° 51' 44"	29° 32' 36"	48° 8' 16"	80° 27' 24"	110° 0' 0"	70° 0' 0"	10,000.00	12,617.53	9,528.80	0.00	0.00
21 56 44	29 37 36	48 10 3	80 15 37	109 53 13	70 6 47	9,968.59	12,580.99	9,511.21	- 29.23	- 22.81
21 46 44	29 27 36	48 6 23	80 39 17	110 6 53	69 53 7	10,031.48	12,654.18	9,546.32	+ 29.64	+ 22.69
21 51 44	29 37 36	47 59 13	80 31 27	110 9 3	69 50 57	9,976.37	12,605.39	9,495.26	+ 16.59	- 31.22

 $C_2=75^\circ$

測点 (13)

23 9 10	29 1 10	51 50 50	75 58 50	105 0 0	75 0 0	10,000.00	12,283.40	9,955.81	0.00	0.00
23 14 10	29 6 10	51 51 0	75 48 40	104 54 50	75 5 10	9,966.46	12,246.67	9,933.78	- 23.15	- 28.53
23 4 10	28 56 10	51 50 39	76 9 1	105 5 11	74 54 49	10,033.68	12,320.31	9,977.96	+ 23.33	+ 28.60
23 9 10	29 6 10	51 40 57	76 3 43	105 9 43	74 50 7	9,978.39	12,273.87	9,922.10	+ 21.84	- 29.30

 $C_2=80^\circ$

測点 (14)

24 22 25	28 20 4	55 37 35	71 39 56	100 0 0	80 0 0	10,000.00	11,931.67	10,374.74	0.00	0.00
24 27 25	28 25 4	55 36 5	71 31 27	99 56 30	80 3 29	9,964.94	11,895.67	10,348.70	- 16.03	- 32.78
24 17 25	28 15 4	55 39 6	71 48 26	100 3 29	79 56 30	10,035.25	11,967.98	10,400.94	+ 16.20	+ 32.93
24 22 25	28 25 4	55 26 47	71 45 45	100 10 48	79 49 11	9,978.39	11,925.04	10,341.07	+ 27.21	- 26.46

 $C_2=85^\circ$

測点 (15)

25 30 53	27 30 36	59 29 7	67 29 24	95 0 0	85 0 0	10,000.00	11,563.55	10,783.53	0.00	0.00
25 35 53	27 35 36	59 25 50	67 22 42	94 58 17	85 1 42	9,964.15	11,529.06	10,754.02	- 8.03	- 35.29
25 25 53	27 20 36	59 32 18	67 36 14	95 1 47	84 58 10	10,036.32	11,598.49	10,813.28	+ 8.49	+ 35.71
25 30 53	27 35 36	59 17 30	67 36 2	95 11 37	84 48 22	9,980.19	11,560.19	10,750.32	+ 31.91	- 22.74

 $C_2=90^\circ$

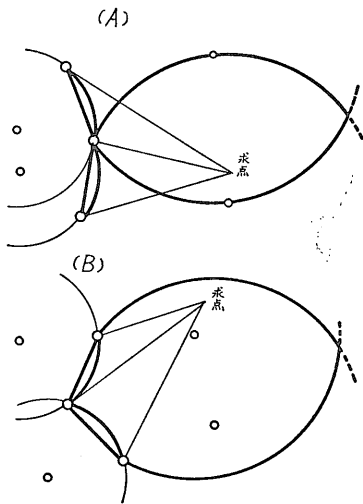
測点 (16)

26 33 53	26 33 53	63 26 7	63 26 7	90 0 0	90 0 0	10,000.00	11,180.34	11,180.34	0.00	0.00
26 38 53	26 38 53	63 21 7	63 21 7	90 0 0	90 0 0	9,963.88	11,148.05	11,148.05	0.00	- 36.12
26 28 53	26 28 53	63 31 7	63 31 7	90 0 0	90 0 0	10,036.61	11,213.10	11,213.10	0.00	+ 36.61
26 33 53	26 38 53	63 13 38	63 33 36	90 12 29	89 47 31	9,982.06	11,180.40	11,147.97	+ 36.25	- 18.01

性格等関連するあらゆる場合の図形が想定されることや、また六分儀による観測誤差を±5としたことにも問題は多々残されているが、次の数表は測線図(第45図)に示すように角C₁を15°より5°間隔に90°までS₃を10,000mとした円周上の16点の正位置と誤差発生状況の一部を抽出して夾角、辺長、座標におよぼす影響量を算出比較したものである。陸上目標A、B、Cを三角測量等により測地的に決定した場合は観測者の視準の精粗によって誤差量が定まってくるが、陸上点を、海図、地形図、空中写真等利用の指針値による場合には、0.2~0.4mmの図上誤差があるものと見なければならぬ。

これらを含め、角値±5'以上となるが一応±5'として、誤差発生を検討する資料の一部とした。

六分儀による船位決定範囲について 第15表の僅かな資料に基づき六分儀の後方交会法による船位決定の測定区域を判定規制するのは早計でもあり無暴でもあるが、然し測定誤差の船位の変異量は図型に左右されることは明らかなので、Hydrodistの図型規制と同様に鋭角15°以上、鈍角以内と制限すれば、測定範囲はおのずと限定される。ただHydrodistとちがい後方交会法は(第46図)

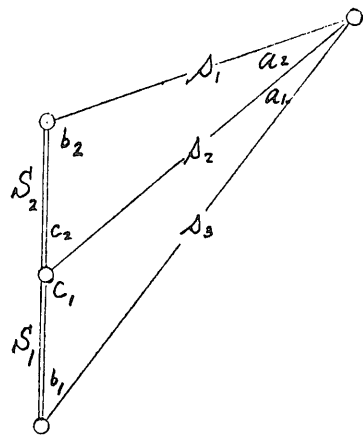


第46図 セキスタント測位範囲図

(A)(B)のように両基線と両三角形にて構成されるので、中央基点にて持つ両基線の角度および両基線の長短の比により測定区域が大いに制約される。適当な縮尺で投影紙上に展開された両基線を弦とし、Hydrodistの測定区域制限の場合と同一の算式で両基線の両端点からの直線が円弧上で15°の角度になる両円周を描きその両弧の交点内から、同基線の両端点からの直線が円弧上で150°に

なる円弧を除いた部分が規制された鋭角が15°以上、鈍角150°以内の図型の測定区域となる。(第46図(A)の如き基線の配置の場合は150°を規制する円弧は測定区域に無関係であり、(B)の如き基線の配置の場合は150°を規制する円弧が、15°を規制する円弧内にあるので、その部分は測定区域外である。)然し中央基点にて持つ角度が鋭角に過ぎ、鈍角に過ぎると測定区域がはなはだ狭少になるので基点の配置には充分注意しなければならない。

同一基線、同一図型のHydrodist法ならびに六分儀法の仮定誤差が夾角、船位におよぼす移動量軒較



第47図 ハイドロセキスタント同一図型誤差関係

座標原点：中央基線

与件	$S_1 = S_2 = 5,000\text{m}$
	$s_2 = 1,000$
	$C_1 = 150^\circ 0' 0''$
	$C_2 = 30^\circ 0' 0''$

第47図の如き一定図型において、同一基線による観測の仮定誤差をHydrodistは±5m、六分儀は±5'として、夾角、辺長におよぼす変異量とそれによる船位の移動量を誤差発生状況の四個に適用して算出し、正位置と比較したのが第20表である。この数表の縦の比較は誤差発生状況の差異による変位として理論的に検討できるが、横の比較は仮定誤差の不関連性により検討する根拠がないようである。ただこの数表を常識的にみればHydrodistによる船位決定法が六分儀による船位決定法よりも良精度であることがうかがえる。なお、付言すれば両方法に同様の測定図型を規制した場合、一基線のHydrodist法にくらべ二基線の後方交会法はその測定区域がはなはだ窮屈化する。

第 21 表 ハイドロヂスト六分儀の同基線図型による仮定誤差移動比較表

	ハイドロヂスト 測定		六分儀 観測
	測定件: $s_1 s_2$		観測件: $a_1 a_2$
	$s_1=正$ $s_2=正$	$s_2=正$ $s_3=正$	$a_1=正$ $a_2=正$
a_1		9° 53' 46''	9° 53' 46''
a_2	23° 47' 40''		23 47 40
b_1		20 6 14	20 6 14
b_2	126 12 20		126 12 20
c_1		150 0 0	150 0 0
c_2	30 4 0		30 0 0
s_1	6,196.40 ^m		6,196.40 ^m
s_2	10,000.00	10,000.00 ^m	10,000.00
s_3		14,546.55	14,546.55
x	+ 8,660.25	+ 8,660.25	+ 8,660.25
y	+ 5,000.00	+ 5,000.00	+ 5,000.00
	$s_1=-5\text{ m}$ $s_2=-5\text{ m}$	$s_2=-5\text{ m}$ $s_3=-5\text{ m}$	$a_1=+5'$ $a_2=+5'$
a_1		9° 54' 2''	9° 58' 46''
a_2	23° 48' 31''		23 52 40
b_1		20 6 10	20 18 31
b_2	126 12 0		125 50 3
c_1		149 59 48	149 42 43
c_2	29 59 28		30 17 17
s_1	6,191.40 ^m		6,229.78 ^m
s_2	9,995.00	9,995.00 ^m	10,014.02
s_3		14,541.55	14,551.69
x	8,656.68	8,655.72	8,647.10
y	4,996.21	4,997.84	5,050.56
	$s_1=+5\text{ m}$ $s_2=+5\text{ m}$	$s_2=+5\text{ m}$ $s_3=+5\text{ m}$	$a_1=-5'$ $a_2=-5'$
a_1		9° 53' 32''	9° 48' 46''
a_2	23° 46' 37''		23 42 40
b_1		20 6 22	19 53 53
b_2	126 13 10		126 34 41
c_1		150 0 6	150 17 21
c_2	30 0 13		29 42 39
s_1	6,201.40 ^m		6,162.55 ^m
s_2	10,005.00	10,005.00 ^m	9,985.06
s_3		14,551.55	14,540.46
x	8,664.28	8,664.73	8,672.39
y	5,003.04	5,008.20	4,948.82

	$s_1=正 \quad s_2=-5 \text{ m}$	$s_2=-5 \text{ m} \quad s_3=正$	$a_1=正 \quad a_2=+5'$
a_1		$9^\circ 50' 48''$	$9^\circ 53' 46''$
a_2	$23^\circ 50' 33''$		23 52 40
b_1		19 59 22	20 2 23
b_2	126 5 42		126 11 11
c_1		150 9 50	150 3 51
c_2	30 3 45		29 56 9
s_1	6,196.40		6,164.11
s_2	9,995.00	9,995.00	9,969.40
s_3		14,546.55	14,518.34
x	8,650.50	8,670.18	8,639.33
y	5,006.95	4,972.72	4,975.03
	$s_1=+5 \text{ m} \quad s_2=-5 \text{ m}$	$s_2=-5 \text{ m} \quad s_3=+5 \text{ m}$	$a_1=-5' \quad a_2=+5'$
a_1		$9^\circ 47' 32''$	$9^\circ 48' 46''$
a_2	$23^\circ 52' 34''$		23 52 40
b_1		19 52 33	19 46 24
b_2	125 59 27		126 32 10
c_1		150 19 55	150 24 50
c_2	30 8 0		29 35 10
s_1	6,201.40		6,098.65
s_2	9,995.00	9,995.00	9,924.95
s_3		14,551.55	14,484.95
x	8,644.29	8,684.74	8,630.88
y	5,017.62	4,947.27	4,900.26

結 語

Hidrodist は当所によって、日本国内に初めて輸入されたものであり、日本近海における実験資料等がなく、その性能試験と、地質調査所で行なう、海底地質調査に適応した、測定方法を確立させる、目的をもって実験調査を実施したものである。

絶体観測試験においては±2m以内の精度のあることを確認したが、海上航行測定に対しては、種々の改良の余地がみうけられ、これについて、実験のたびごとに改善装備の試作を重ねた。陸上相互の固定点観測の場合には、古典的な眼視観測の手法をもってしても、気象条件の良い日を選んで、遠距離に依ずる装備をもってすれば、50~100kmの測定も可能であるが、海上において航行中の一定瞬時の船位を測定するため、最大の障害であった。眼視不明瞭、不能、陸岸目標の使用できない場合等、従来の手法では不可能であった点を、完全に克服して、電波測位の特長、威力を発揮して、精度のある成果を収めることができた。

今後本機について、計数記録を測定時分記録とともに、自動打字する付加装置と、操舵員室に連動する、調査計画測線と航跡を指示するテレビ装置の開発が望まれる。本機の宿命とする主局の指向アンテナを、水平360度無指向性とするためには、機構的に無理なことが検討の結果、原型を変更する大改作を必要とすることが明らかとなった。残された検討課題として、主従局の設置高さ起因する電波伝播の減衰のため、一定区間の測定が不能となる電波測機の全般的な問題と、海洋地質調査の拡充に伴う。調査海域の広大計画に順応するための測位については、資料収集を重ね、別途報告する。

なお、地質調査所において電波測位機の導入以来、電子専門技術家を担当部課以外から参加を願っていることにつき、今後国内における、電波測量機開発製作機関の研究者と、担当部課の測地専門技術者との共同研究として進めることを要望する。

本報告書中電子工学分野については、海上保安庁水路部測量課電波測量係長中西昭氏が執筆した。

参 考 文 献

- 電波監理局(1965):新しい電波技術
平岡 寛二(1962):Hydrodist の測定原理
今吉 文吉(1964):海上保安庁 水路部, 精密電波測位機(Autotape)試験報告
International Hydrographic Bureau Supplementary (1960): Paper, 2, Chapter. 111 *HYDRODIST Monako*
U. S. Army (1961): *Improvement of "HYDRO-DIST" MRB₂*, Delaware River.
岩崎一雄・中西 昭他 4 名(1966): HYDRODIST による有明海の海上位置共同実験報文
国土地理院(1959):テルロメーター作業規定, 試験観測作業報告, (第1回, 第2回)
海上保安庁 水路部(1964):北海道水域における, ハイドロヂスト測定結果資料
Teleurometer(PTY.)Ltd. (1961): *INSTRUCTION MANUAL, Microwave System of Distance Measurement.*
小野 弘平(1965):日本測量協会機関誌(測量), vol. 15, No. 8
芹口 恭治(1963):ハイドロヂスト実験報告
地質調査所技術部(1963):ハイドロヂストによる海上位置測定方法の実験, 地質ニュース, no. 110, p. 16~19
運輸省(1960~1968):電波航法研究会報文, 電波航法内野孝雄・鈴木亮吉・中西 昭(1967):電波距離測定装置試験報文, 水路部
U. S. Army(1959): *TELLUROMETER HANDBOOK* Technical Instruction, no. 1, 1st edition Corps of Engineers.
吉田 忠弘(1964):ハイドロヂスト, (MR. B₂) の伝播実験について
安立電波株式会社(1964):電波測位機実験資料