

VHF-FM 無線機

東 長 年* 今 西 久 彌**

VHF-FM Radio Communication Equipment

By Nagatoshi Azuma and Hisaya Imanishi
Totsuka Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

Since the 150 Mc band FM radio communication system came into practical use in postwar period, its networks have rapidly spread over wide field of applications covering widely Governmental offices, police stations, fire-brigades, maintenance service of transmission lines, railway and harbor services, and many other businesses at newspaper offices, banks, agriculture associations.

As a result, the communication networks have grown more complicated and frequency allocation has become more stringent, and accordingly, to construct the more effective and stable networks than they are presently found to be, has become one of central problems of the time, very important and difficult to solve at the same time.

The writers take up this problem discussing in detail the designing and construction of these net works citing several examples. They also refer to Hitachi's VHF-FM apparatus in the end of the article introducing its outstanding characteristics.

〔I〕 緒 言

戦後国家地方警察保安通信用として開発された 30 Mc FM 無線電話装置⁽¹⁾に引続いて自治警察保安通信用として実用化された 150 Mc FM 無線電話装置は、その後次第に利用分野を拡げ、新聞社の報道連絡用、電鉄会社電力会社の保線用、船舶港湾の連絡用、官公庁業務連絡用、更に銀行、タクシー、農業会、証券会社その他の民間業務連絡用に迄使用されるに至つた。これに伴いその通信系の構成はその用途に従つてそれぞれ独自の形を取つてきつゝある。

こゝにその通信系の構成、それを構成する機器の概要及び通信系の実用例を纏めて今後の大方諸賢の参考に資することとする。

〔II〕 通 信 系 の 構 成

一般にある団体又は企業に於て、指令伝達、業務連絡等のため VHF 帯の通信系を構成する場合に考慮すべき

事項は次の如きものであると考えられる。

- (1) 指令伝達又は業務連絡の経路
- (2) 通信方式
- (3) 通話の質 (Quality) 及び安定度
- (4) 無線局の設置場所
- (5) 経済性

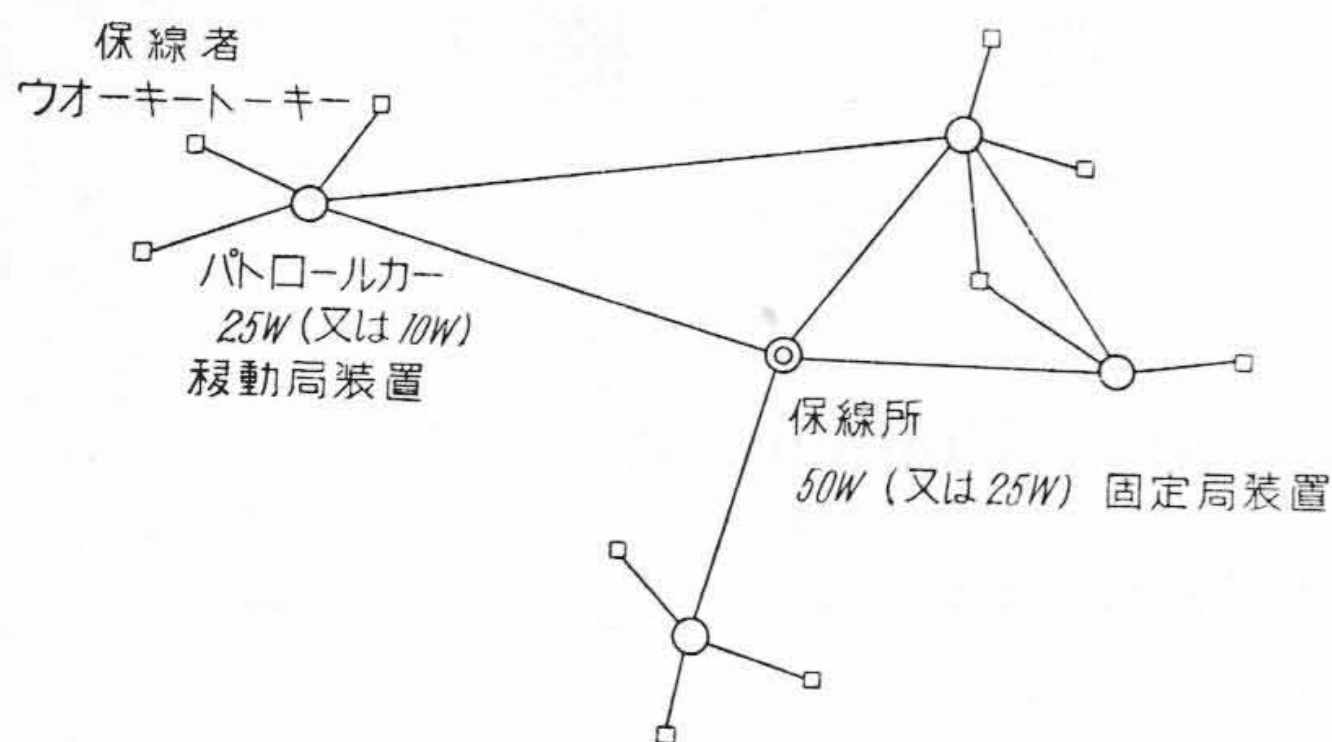
これ等は何れも相互に関連があり、又その団体又は企業内の既設の他の通信系、将来の計画、及び他の団体又は企業の所有する通信系との関連も考慮しなければならないが、ここでは 150 Mc 帯 FM 無線電話装置を使用する場合に就いて考えることにする。

(1) 指令伝達又は業務連絡の経路

これは一般に団体又は企業を中心に指揮局 (又は統制局) を置き、それより縦方向に下部局 (又は支局) への指令伝達を行い、横方向に下部局 (又は支局) 同士間の業務連絡を行うのが普通である。

例えば県庁では、県庁に統制局を設置し、各地方事務所支局を置いて、県庁—地方事務所、地方事務所—県庁—地方事務所間に指令伝達、業務連絡を行うもの (例

* ** 日立製作所戸塚工場



第1図 電力線保守に使用される通信系の一例

Fig. 1. An Example of the VHF Communication System Used for Power Line Inspection

例えば神奈川県庁)とか、電力会社に於て電力線の保守を行う場合、保線所に指揮局を置き、保線のため出動するパトロールカーとの間の指令伝達、或いは山間に於て車の入れない地点には、携帯無線機を派遣してパトロールカーとの連絡を図る(例えば東北電力)等である。(第1図参照)

これ等に使用する無線機としては、一般に 50 W 固定局装置、25 W、10 W、5 W 移動局(或いは固定局、可搬局)装置、携帯無線機としてウォークトーカー等があり、これ等を組合わせることに依り完全な VHF 帯無線電話の通信系が構成されることになる。

(2) 通信方式

これは通信系を使用する団体又は企業の性質、指令伝達業務連絡の範囲、重要度、頻度、既設の通信系、将来の計画及び他の団体又は企業の所有する通信系との関連等を考慮して決定されるべきものであつて、最近通信の重要度の増大、通信系の輻湊化に伴い通信方式も複雑になる傾向にある。

最も簡単なものはプレストーク方式であり現在広く実用されているが、最近連絡を能率化するため同時送受話方式が可成り用いられるようになってきた。又呼出の方法として一斉呼出、選択呼出等特殊の方式を採ることも多い。又通信系を有効且つ広範囲に活用するため、多くの私設電話機より交換装置を通して無線機を制御し、これを利用している場合も多い。

実際には、これ等を組合わせて最も能率のよい通信方式を採用しなければならない。

(3) 通話の質 (Quality) 及び安定度

これは通信系の用途及び重要度等に依り決定されるもので、例えば信号対雑音比はどの程度を必要とするか、フェーディングの影響をどの程度顧慮するか等である。これにより勿論所要局数が増減し、通信系も変化してくる。

(4) 無線局の設置場所

無線機の設置場所としては、局の所在地に置かれるのが普通であるが、超短波帯を使用する場合は地形の影響をうけることが多いので、この点よく考慮する必要がある。場合に依つては中継局を山上又は丘上に設け、下部局(又は指揮局)の電波はすべて中継局を通つて指揮局(又は下部局)へ入るようにすることもある。実際には以下に述べる如き伝播実験を行つて設置場所を決定することが好ましい。

(5) 経済性

以上はすべて経済性を基にして考慮すべきもので、通信系の構成とは要するに 50 W、25 W、10 W 等の固定局、移動局、可搬局装置及びウォークトーカー等を最も有効且つ経済的に配置することである。

〔III〕 通 達 距 離

前述の通信系の構成を考える場合最も問題になるのは無線機間の通達距離がどれ程あるかということである。これは理論的に計算することも出来るが、超短波帯では地形の影響が大きいため電波の伝播実験を行つて実験的に確かめることが必要である。日立製作所では昭和 24 年以来約 30 回に亘りこの種の伝播実験を行い⁽²⁾種々の状況に於ける data を蒐集してある。以下各機種間の通達距離を理論式及び実験 data より求めてみる。

(1) 50 W 局—25 W 局間の通達距離

電波伝播に関しては、次の周知の理論式がある。即ち可視範囲内に於ては

$$E = 88\sqrt{W} \frac{h_1 \cdot h_2}{\lambda d^2} \quad \dots\dots\dots (1)$$

ここに E : 受信点に於ける電界強度 (V/m)

W : 空中線電力 (W)

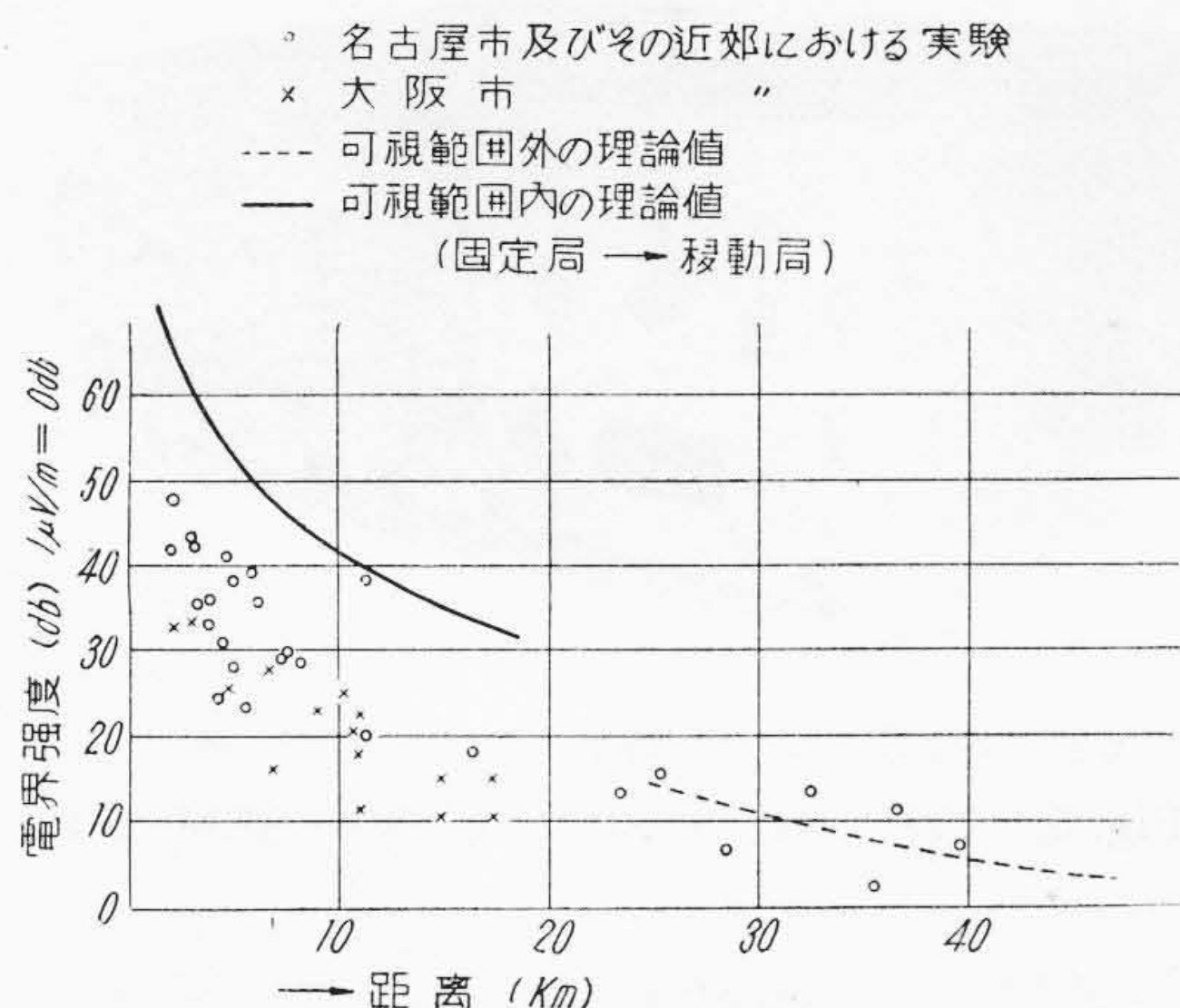
λ : 波長 (m)

α : 送受信点間の距離 (m)

h_1, h_2 : 送信及び受信空中線高 (m)

又可視範囲外の回折波の伝播に就いては T.L. Eckersely の理論式⁽⁴⁾がある。

今 50 W 固定局と 25 W 移動局間の通達距離に就いて考える。固定局は空中線高 30 m、饋電線(ポリエチレン充実型)長 50 m、移動局は空中線高 2.5 m とし、空中線はすべて無指向性を用いた場合の理論値及び実験値は第2図に示す如くである。第2図に依ると、可視範囲内で実験値が理論値より可成り下廻っているのは、移動局の近くに存在する市街地、建物等の遮蔽効果によるものである。受信機の感度が電界強度 0 db の地点で S/N が 15~20 db を得ることが出来るものであれば、(ウォークトーカーを除いて受信機感度はこの程度のものが



第2図 距離に対する電界強度の変化

Fig. 2. Field Intensity Change due to Variation of Distance from Fixed Station to Mobile Station

必要である。) フェーディングと外部雑音の和を 10 db と見込めば、実用通達距離は 30 km と考えられる。これはごく一般的な場合に就いて述べたもので、空中線高、指向性空中線の使用等に依り変化する。又地形の影響をうけ易いから、状況の良い場合は 120 km 離れた地点で良好な通話の得られる場合もあり、(例えば東武鉄道業平橋本社一新今市駅間) 反対に 10 km の距離でも通話不能の場合もある。(例えば岐阜県神岡鉱山)

(2) 各機種間の通達距離

前述の 50 W 固定局—25 W 移動局間の実用通達距離を 30 km とし、これに基いて各機種間の通達距離を示すと第1表の如くなる。勿論この値は空中線高、使用す

第1表 各機種間に於ける実用通達距離一覧表

Table 1. Service Area of VHF Radio Equipment

固定局 \ 移動局	25 W	10 W	ウォークトーカー
50 W	30	24	10
25 W	25	20	8
10 W	—	16	6
ウォークトーカー (2)	4 (3)	3 (3)	1.5 (3)

註 (1) 固定局は空中線高 30 m, 饋電線 (ポリエチレン充填型) 長 50 m, 移動局は空中線高 2.5 m, 空中線は何れも無指向性として算定。又フェーディング, 外部雑音の和を 10 db とする。

(2) 移動局として使用した場合。

(3) この場合は距離が短く フェーディングの影響が少い点を考慮して算定してある。

る空中線の種類, 饋電線長及び種類, フェーディング, 外部雑音の多寡に依り影響を受けるものであるが, これにより大略の傾向を知ることが出来る。

以上通信系の構成に当り考慮すべき事項と, 実用各機種間の通達距離に就いて述べたが, 両者をそれぞれ勘案して最良の通信系を確保することが必要である。

〔IV〕 構成機器

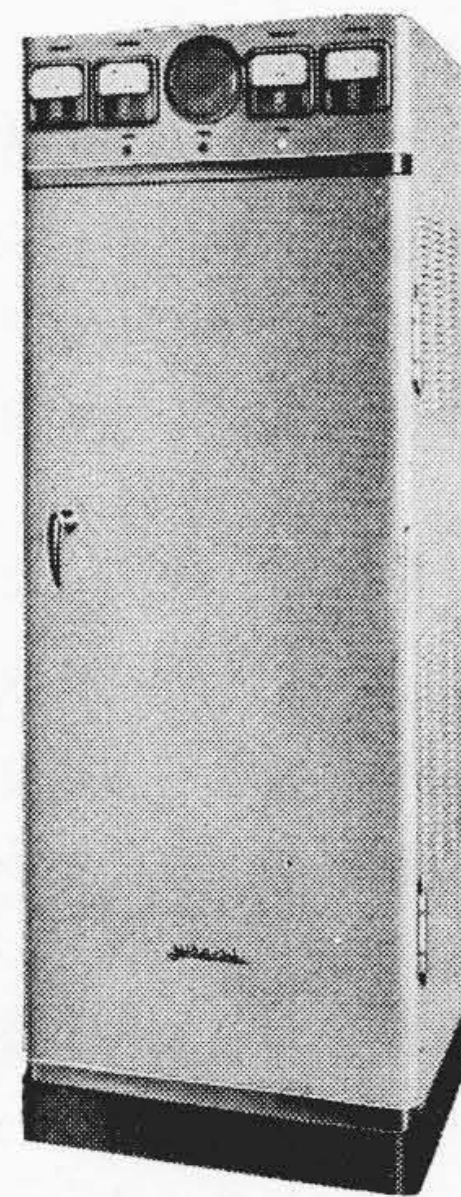
上述の通信系の構成要素としての無線機器に就いて, 日立製作所で現在製作しているものを例にとつてその概要を説明すると次の如くである。

(1) SEF-501 型 50 W 固定局装置⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾

床上自立型で, 送信出力は 50 W, 受信機は入力電圧 $0.5 \mu\text{V}$ で 15 db 以上の S/N を確保出来る。通信方式はプレストーク, 同時送受話, 自動中継の何れでも切換えて使用出来る。装置の制御は一般に司令制御器で行うが, 遠隔制御器を使用して 20 km 離れた地点から制御することも出来る。

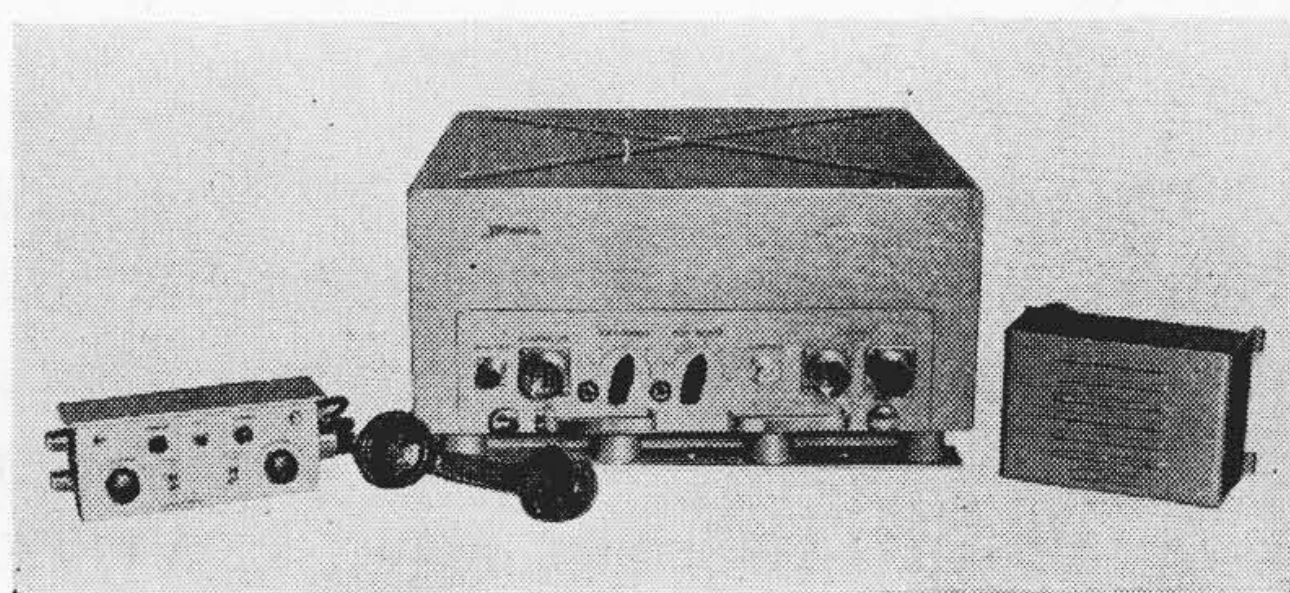
(2) SEM-251 型 25 W 移動局装置⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽⁷⁾

送信出力 25 W の移動局に使用されるもので, 送受信



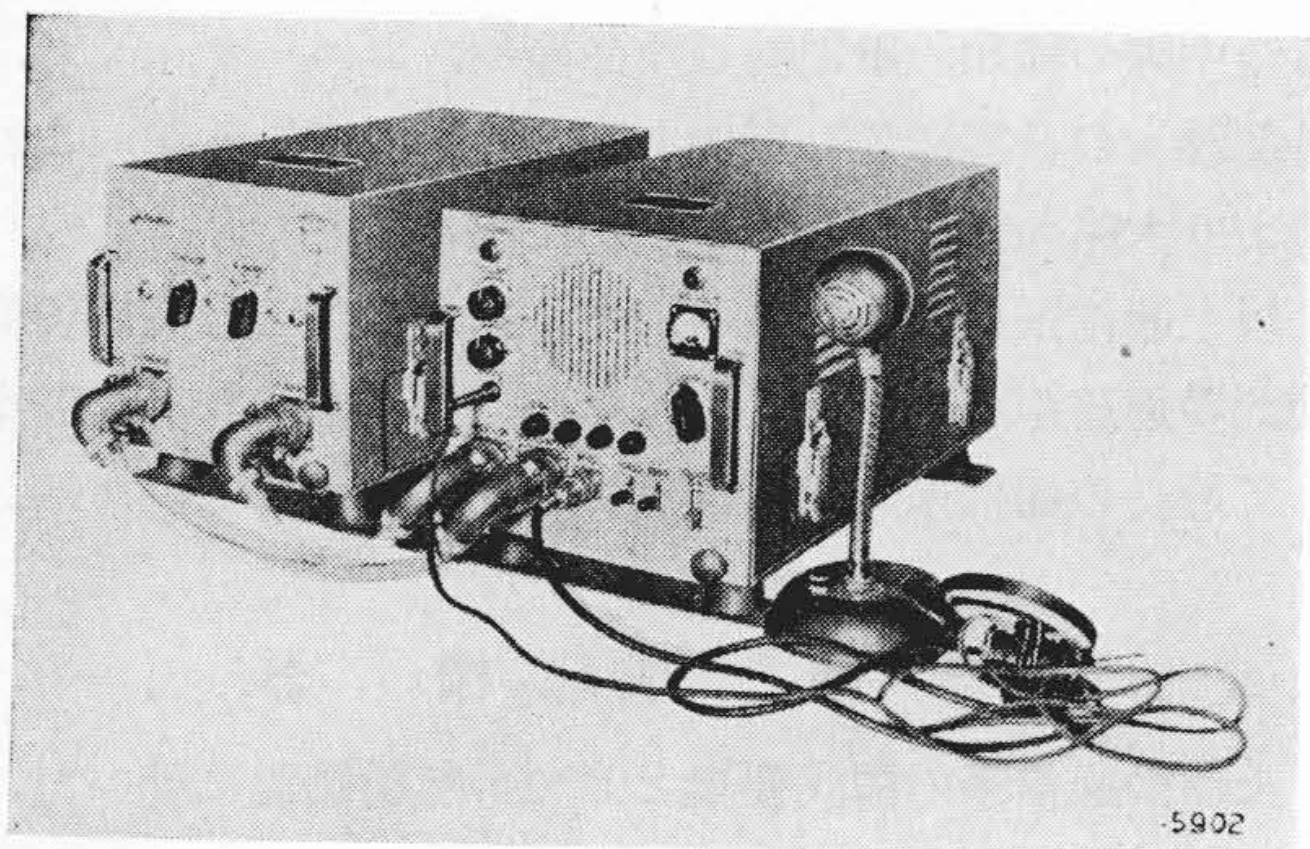
第3図 SEF-501 型 50 W 固定局装置

Fig. 3. 50 W Fixed Station, Type SEF-501



第4図 SEM-251 型 25 W 移動局装置

Fig. 4. 25 W Mobile Station, Type SEM-251



第5図 SEM-252 型 25 W 可搬局装置

Fig. 5. 25 W Portable Station, Type SEM-252

機部、電源部が一つの移動用筐体内に收容されている。制御には移動用制御器を用いる。電源は6V蓄電池(100~200 AH)よりとる。

(3) SEM-252 型 25 W 可搬局装置

送信出力 25 W の可搬型装置として用いられるもので電源は AC 商用電源よりとる。送受信機部、電源部をそれぞれ別箇の筐体に收容してある。

(4) SEM-253 型 25 W 移動局装置

これは送受信機部と電源部が別々の筐体に收容されている外は SEM-251 型と同様である。

(5) SEM-101 型 10 W 移動局装置

送信出力 10 W の移動局装置で、装置を小型にするため真空管は一部を除いてミニアチュア管を用いている。送信出力が 10 W である外は上述の諸機種とほぼ同様の性能をもっている。

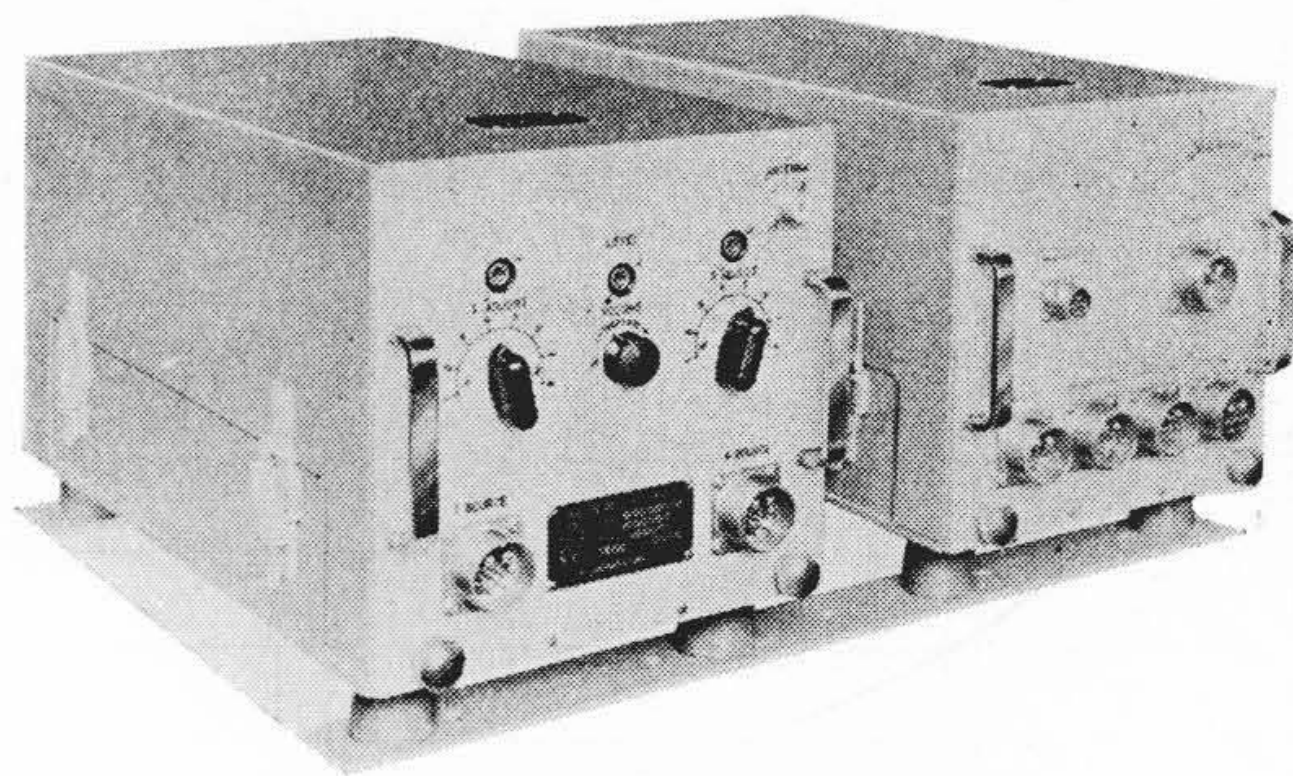
(6) SEM-016 型ウォークトーカー⁽⁸⁾

本装置は重量約 10 kg で、背負式構造になっている。送信出力は 0.3 W で受信機感度は上述の諸機種より約 15 db 低い。電源は保守費を少なくするため蓄電池(2V)を使用し、バイブレーターに依り高圧を得ている。本機は移動車の入れない地点に人が携行し、移動車との連絡をとることが出来るもので、いわば通信系の末端神経とも称すべく、これによつて始めて通信系が完全なものになるということが出来る。

なお上述の機器の諸性能を比較すれば第2表(第46頁参照)の如くである。

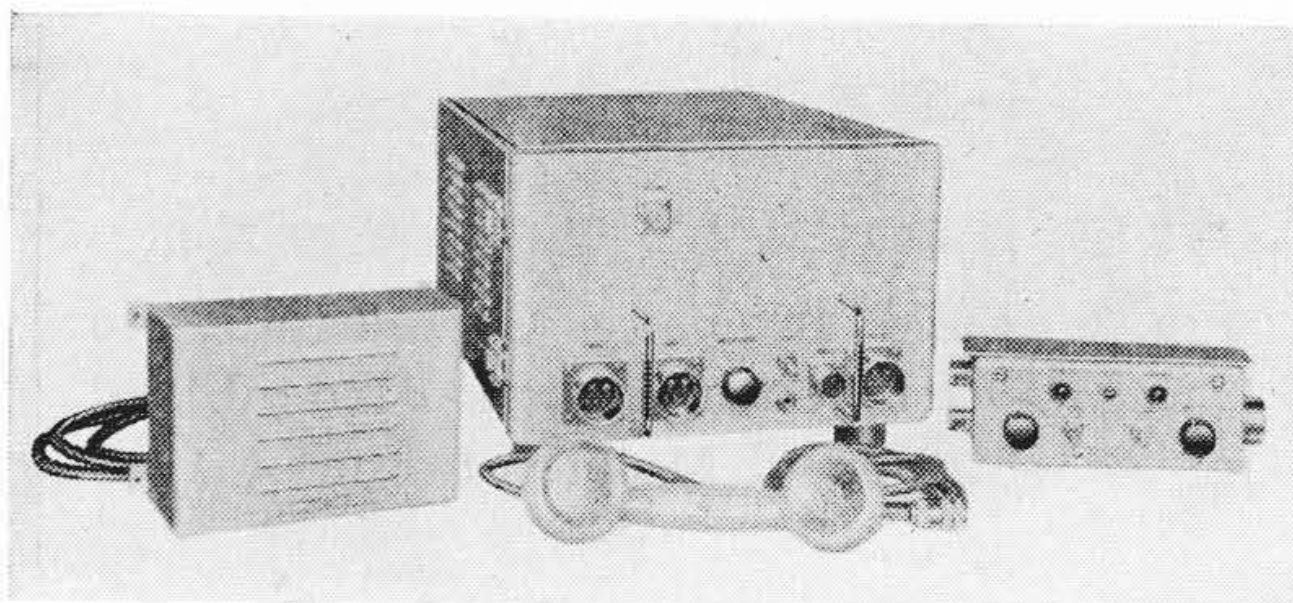
(7) 空中線

空中線は通信系の構成を考える場合の一つの重要な要素である。固定局の間の通信、或いは移動局の移動経路がほぼ一方向にある場合には、指向性空中線を使用すれば通信距離を延長させることも出来る。日立製作所で製作している空中線は、無指向性空中線として、VW1E-1001 型ブラウン空中線、VW1E-1004 型地線付ホイップ空中線、VW1-1001 型カートップ空中線、VW3-1004 型



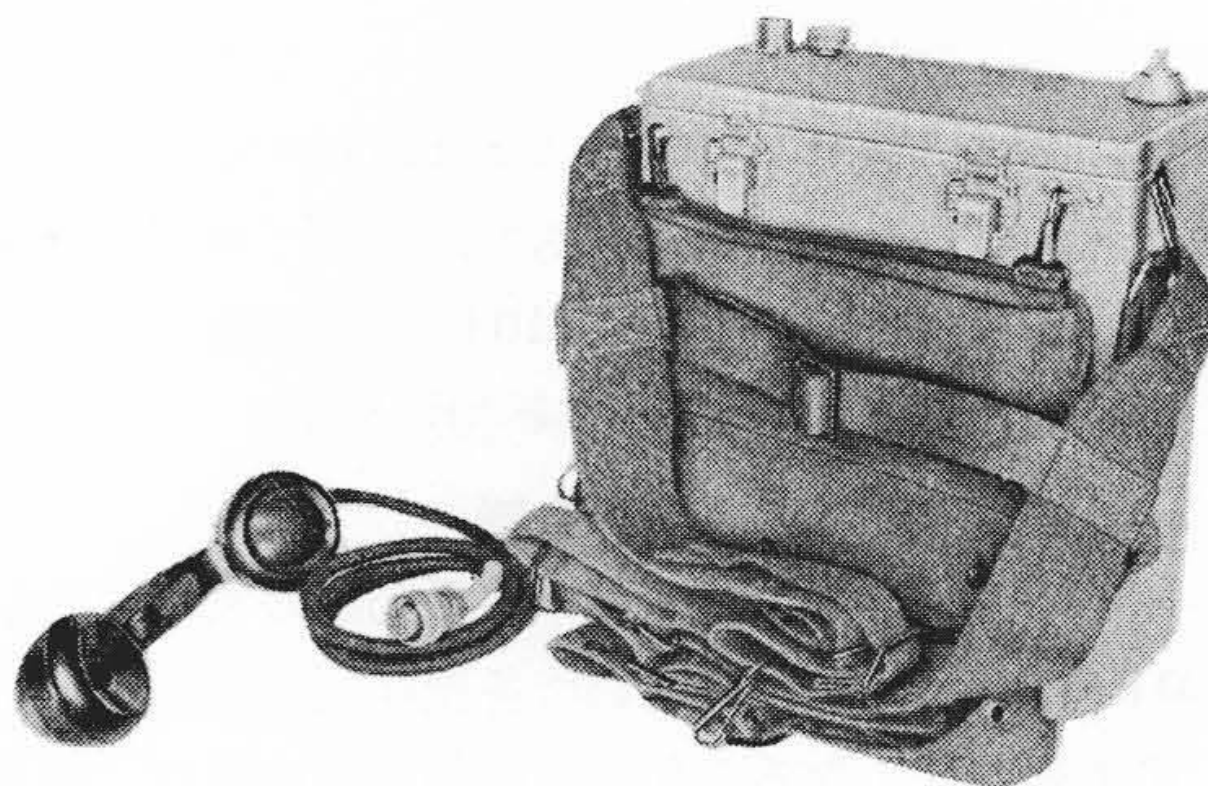
第6図 SEM-253 型 25 W 移動局装置

Fig. 6. 25 W Mobile Station, Type SEM-253



第7図 SEM-101 型 10 W 移動局装置

Fig. 7. 10 W Mobile Station, Type SEM-101



第8図 SEM-016 型ウォークトーカー

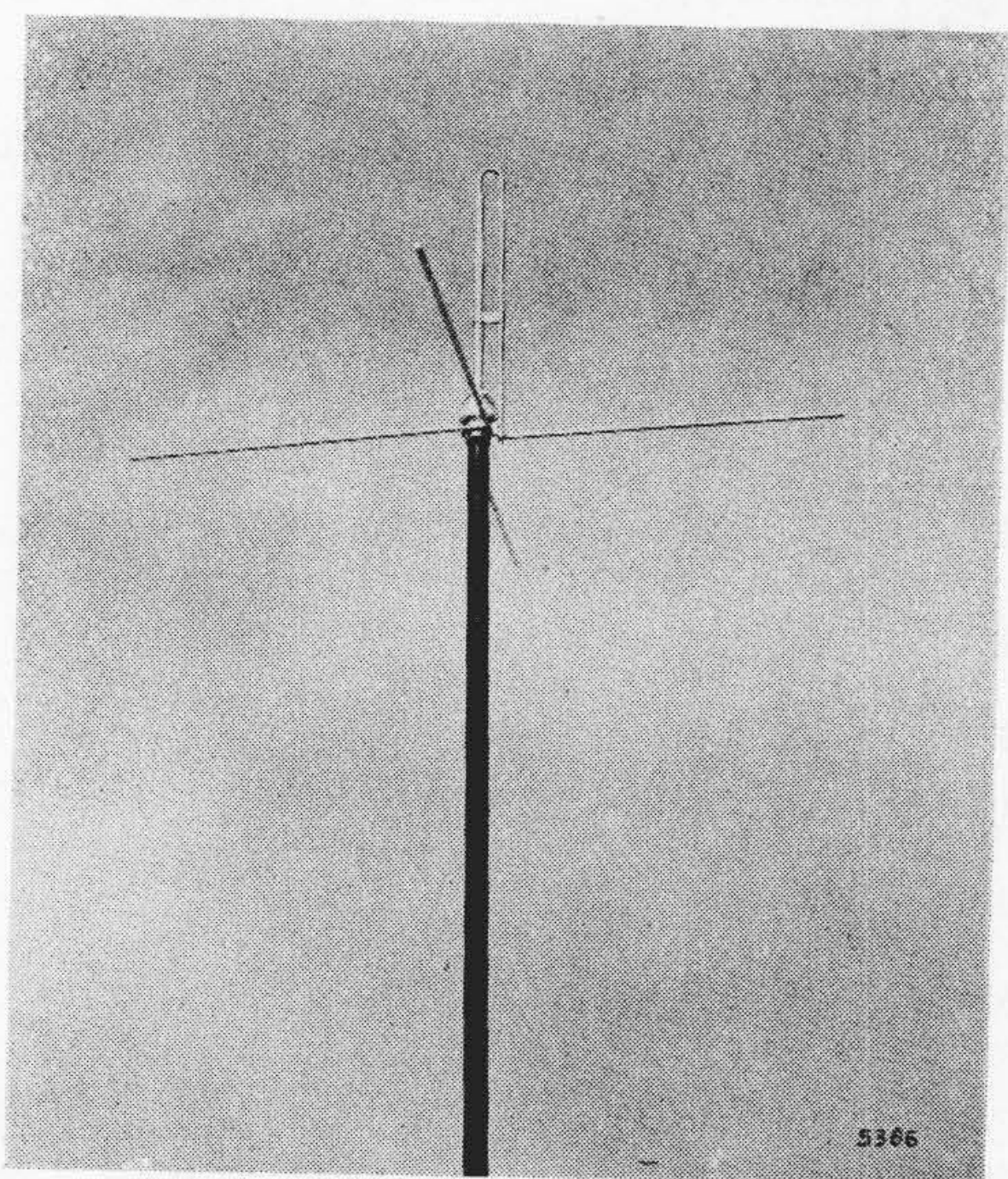
Fig. 8. Walkie Talkie, Type SEM-016

J 型空中線等があり、指向性空中線として、VV3-1020 型 3 素子、VH4-1003 型 4 素子、VV5-1002 型 5 素子空中線、VVC1-1001 型コーナーレフレクター付空中線、VR8-1001 型 4 段 2 列ビーム空中線等がある。

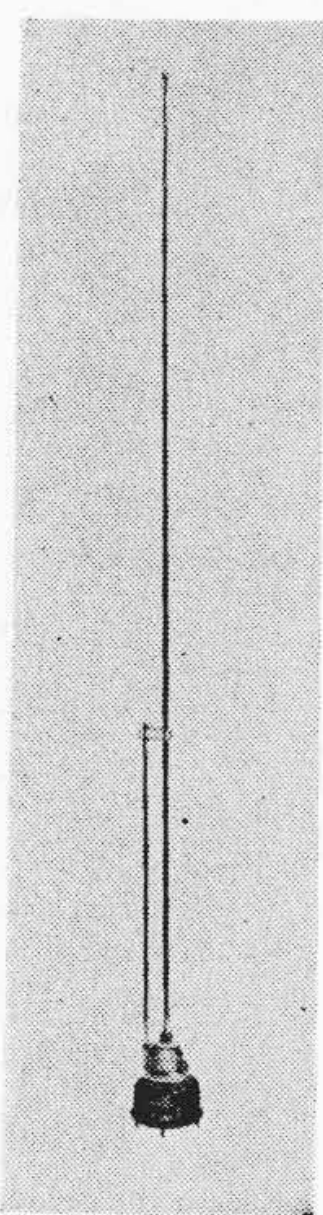
(8) その他

制御器としては、SCF-1 型司令制御器(固定局用)、SCM-1 型移動用制御器、SCA-1 型、SCB-1 型遠隔制御器等がある。又子電話機を使用する場合の交換装置、プレストーク、自動中継、同時送受話等の通信方式の切換器等もあるがここでは省略する。

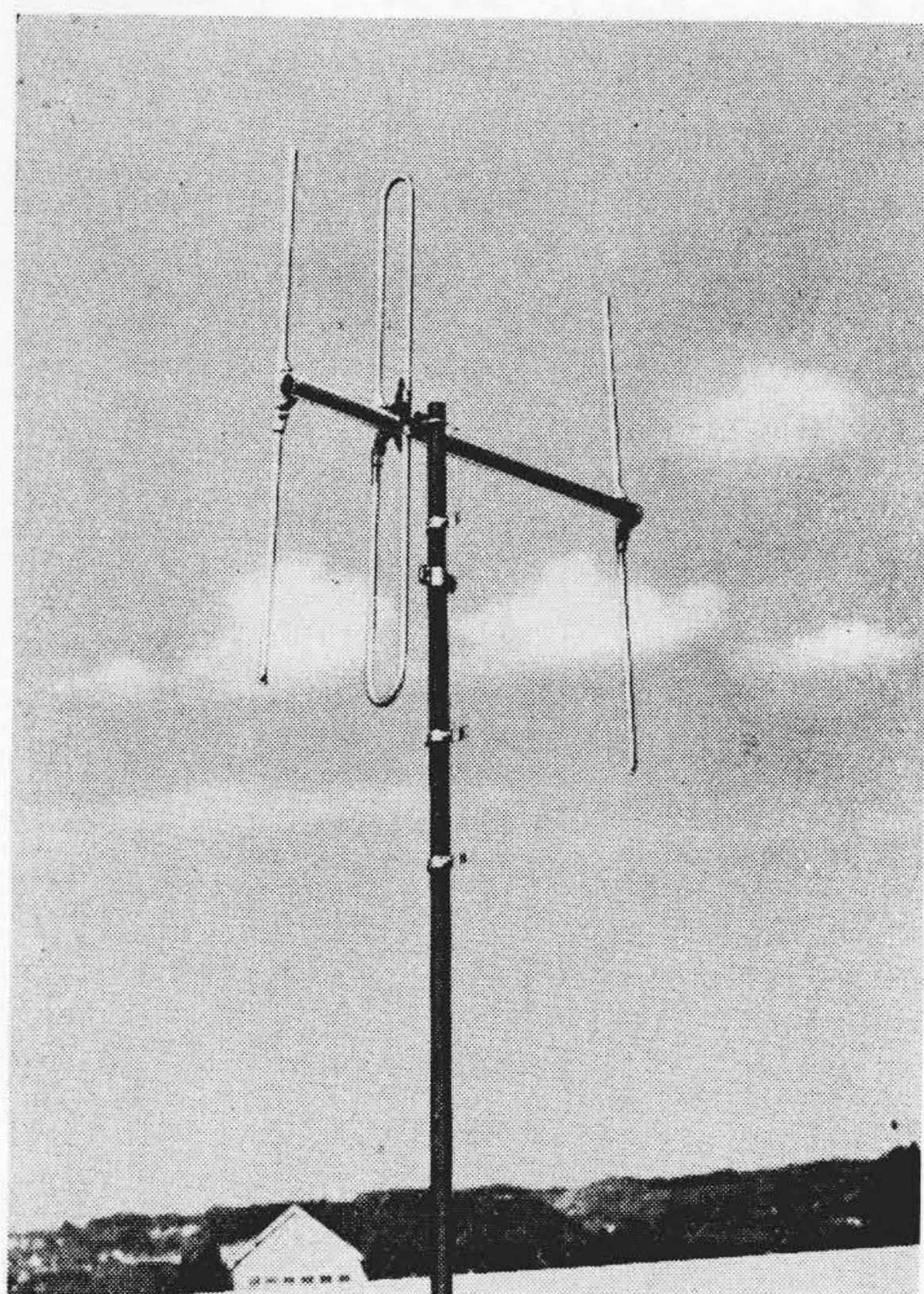
以上日立製作所で現在製作している機器の概要に就いて述べたが、これ等を適宜組合わせて使用すれば、如何なる VHF 帯通信系の要求にも応ずることが出来ると信ずる。



第9図 VW1E-1001型 ブラウン 空中線
Fig. 9. The Brown Antenna, Type VW1E-1001



第10図 VW3-1004型 J型移動用空中線
Fig. 10. The J Type Mobile Antenna, Type VW3-1004



第11図 VV3-1020型 3素子指向性空中線
Fig. 11. The Three Element Beam Antenna, Type VV3-1020



第12図 SCF-1型 司令制御器
Fig. 12. Fixed Controller, Type SCF-1

〔V〕 通信回線計画

(1) 回線計画

回線計画に当つては、〔II〕で述べた項目に就いて考慮すると共に、樹立した計画に就いては実地に就いて実験を行い、計画の裏づけをすることが肝要である。

なお最近 VHF 帯通信系も他の有線、搬送電話、マイクロウェーブ等の通信系を含めた総合通信系の一環として計画される場合が多く、通話の質、安定度共次等に高度のものが要求されるようになってきた。又各所で VHF 帯通信系を盛んに使用するようになり、周波数割当も輻湊し種々の混信妨害も増加する傾向にあり、混信除去は



第13図 SCM-1型 移動制御器
Fig. 13. Mobile Controller, Type SCM-1

第 2 表 各 機 種 の 性 能 一 覧 表
Table 2. Specification of the VHF Radio Equipment

	項 目	SEF-501 型	SEM-251 型	SEM-252 型	SEM-253 型	SEM-101 型	SEM-016 型
送 信 機	送 信 周 波 数	148~157 Mc	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
	周 波 数 偏 差	0.005% 以内 (-20°C~+50°C)	同 左	同 左	同 左	同 左	0.03% 以内 (-20°C~+50°C)
	搬 送 波 出 力	50 W 以上	25 W 以上	25 W 以上	25 W 以上	10 W 以上	0.3 W 以上
	変 調 方 式	特性位相変調方式による周波数変調方式 (IDC 付)	同 左	同 左	同 左	同 左	周波数変調方式
	変 調 周 波 数	300~3,000~	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
	最大周波数偏移	±15 kc	同 左	同 左	同 左	同 左	±7 kc
	標準変調入力	40% 変調で -10±3 db	同 左	同 左	同 左	同 左	—
	変調周波数特性	1 kc を基準として 0.3 kc -10±3 db 3 kc 0±3 db	同 左	同 左	同 左	同 左	—
	振幅変調含有率	1% 以内	同 左	同 左	同 左	5% 以内	—
	変 調 歪 率	80% 変調に於て 5% 以下	同 左	同 左	同 左	80% 変調に於て 10% 以内	—
	残 存 雑 音 変 調	1 kc 80% 変調に比し -45 db 以下	同 左	同 左	同 左	同 左	—
	不正輻射強度	希望送信波に比し -60 db 以下	同 左	同 左	同 左	同 左	—
	使 用 真 空 管	6 SL 7 GT×1, 6 H 6 GT×1 6 SH 7 GT×1, 6 SN 7 GT×1 6 V 6 GT×1, 2 E 26×1 2 B 29×1	同 左	同 左	同 左	6 AL 5×1, 12 AX 7×1 6 AU 6×2, 6 J 6×1 6 AQ 5×1, 2 E 26×2	1 T 4×4, 3 A 4×1 3 B 4×2
受 信 機	入 力 定 格	低 圧 A.C. 6.3V 6.2A 以下 リレー低圧 D.C. 6 V 0.3 A 以下 第一高圧 D.C. 500V 200mA 以下 第二高圧 D.C. 250V 150mA 以下	低 圧 D.C. 6V 6.5A 以下 第一高圧 D.C. 350V 180mA 以下 第二高圧 D.C. 250V 140mA 以下	低 圧 A.C. 6.3V 6.2A 以下 リレー低圧 D.C. 6 V 0.3 A 以下 第一高圧 D.C. 350V 180mA 以下 第二高圧 D.C. 250V 140mA 以下	SEM-251 型に 同じ	低 圧 6 V 4 A 以下 第一高圧 350 V 80 mA 以下 第二高圧 250V 120mA 以下	—
	受 信 周 波 数	148~157 Mc	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
	周 波 数 安 定 度	0.005% 以内 (-20°C~+50°C)	同 左	同 左	同 左	同 左	0.03% 以内 (-20°C~+50°C)
	中 間 周 波 数	第一 7.5 Mc, 第二 455 kc	同 左	同 左	同 左	同 左	同 左
	受 信 帯 域 幅	6 db 低下に於て ±20 kc 以上	同 左	同 左	同 左	同 左	—
	擬似周波数感度	-80 db 以下	同 左	同 左	同 左	同 左	—
	選 択 度	40 kc 離れて 80 db 以上	同 左	同 左	同 左	同 左	80 kc 離れて 60 db 以上
	スケルチ動作入力電圧	0.5 μV 以下 5 μV まで調整可能	同 左	同 左	同 左	同 左	スケルチなし
	感 度	20 db 雑音抑圧入 力信号電圧	0.5 μV 以下	同 左	同 左	同 左	—
	信 号 対 雑 音 比	入力電圧 0.5 μV で 15db 以上 5 μV で 35 db 以上	同 左	同 左	同 左	同 左	入力電圧 5 μV で 20 db 以上
	変調周波数特性	1 kc を基準として 0.3 kc +10±3 db 3 kc 0±3 db	同 左	同 左	同 左	同 左	—
	最大無歪出力	1.5 W 以上	同 左	同 左	同 左	同 左	10 mW 以上
	使 用 真 空 管	6 AK 5×5, 6 SH 7 GT×6 6 SA 7 GT×1, 6 H 6 GT×1 6 SL 7 GT×2, 6 V 6 GT×1 LS-2 B×1	同 左	同 左	同 左	6 AK 5×5, 6 AU 6×6 6 BE 6×1, 6 AL 5×1 12 AX 7×2, 6 AQ 5×1 LS-2 B×1	1 AD 4×3, CK-5678×1 1U4×4, 1R5×1 3S4×1
電 源 寸 法 (mm)	入 力 定 格	低圧 A.C. 6.3 V 5.5 A 以下 高圧 D.C. 250 V 130 mA 以下	低圧 D.C. 6 V 5.5 A 以下 高圧 D.C. 250 V 130 mA 以下	SEF-501 型に同じ	SEM-251 型に 同じ	低圧 D.C. 6 V 4.5 A 以下 高圧 D.C. 250 V 130 mA 以下	—
	入 力 電 源	A.C. 100 V/ 200 V 50~60~	D.C. 6 V 蓄電池 (コンバータ使用)	A.C. 100V/200V 50~60~	D.C. 6V 蓄電池 (コンバータ使用)	D.C. 6 V 蓄電池 (コンバータ使用)	D.C. 2 V 蓄電池 (パイプレータ使用)
	電 力 消 費 量	受信時 250VA 以下 送信時 500VA 以下	受信時 24 A 以下 送信時 45 A 以下	受信時 220 VA 送信時 330 VA 以下	SEM-251 型に 同じ	受信時 20 A 以下 送信時 30 A 以下	受信時 3.5 A 以下 送信時 7 A 以下
	使 用 真 空 管	KO-522-A KX-5 Z 3	—	KO-522-A	—	—	—
	送 受 信 機	幅 奥 行 高 3 600 × 450 × 1,600	500 × 442 × 265	280 × 531 × 300	280 × 531 × 300	330 × 440 × 240	260 × 120 × 290
	電 源	—	—	280 × 531 × 300	280 × 531 × 300	—	—
	制 御 器	320 × 130 × 220	200 × 90 × 80	—	SEM-251 型に 同じ	SEM-251 型に同 じ	—
	送 受 信 機	—	—	18	18	25	10
	電 源	184	46	50	28	—	—
	制 御 器	4.7	1.9	—	1.9	1.9	—
	重 量 (kg)	—	—	—	—	—	—

VHF 帯通信系回線計画に当つての主要な問題の一つと考えられる。以下日立製作所で行っている二三の方法に就いて述べる。

(2) 混信妨害の除去

混信妨害のうち最も問題になるものは

- (i) 感度低下
- (ii) 近接回線に依る妨害
- (iii) 混変調に依る妨害

である。

(a) 高周波濾波器

これは前述の (i) の妨害除去のため使用するもので、空中線と受信機入力回路の間に挿入し、主として自動中継、同時送受話等の通信方式を採用する場合、自己の強力な送信電波が送受信空中線の結合に依り受信機へ入り、高周波段の利得を減少させ、受信機能を低下或いは減少させるのを防止するためのものである。一般に高周波濾波器としては、同軸型共振器を用いて Q を高くするのが普通で、希望受信周波数より 2 Mc 離れた点での減衰量が 30~40 db あればよいとされている。以下我々の製作している濾波器に就いて述べることにする。

今第15図に於て、受信機入力及び空中線のインピーダンスが共に Z_0 で整合されているとする。この途中に図の如く同軸共振器を挿入し、その波動インピーダンスを W_0 、饋電線に依り二分された各部の長さを l_1, l_2 、 AB よりみた #1, #2 のインピーダンスを Z_1, Z_2 とすると、#1, #2 を AB から見たリアクタンスは第16図の如くなり、#1, #2 はそれぞれ、 $\omega_1 = \pi \frac{c}{l_1}$ 、 $\omega_2 = \pi \frac{c}{l_2}$ なる周波数に於て共振する。 AB より見た #1, #2 の合成並列インピーダンスを $\dot{Z}_{AB}$ とすると、

$$\dot{Z}_{AB} = \frac{\dot{Z}_1 \cdot \dot{Z}_2}{\dot{Z}_1 + \dot{Z}_2}$$

となり

$$\dot{Z}_{AB} = 0 \quad \text{at } \omega_1 \quad (AB \text{ 短絡, 挿入損失最大})$$

$$\dot{Z}_{AB} = \infty \quad \text{at } \omega_m \quad (AB \text{ 開放, 挿入損失最小})$$

$$\dot{Z}_{AB} = 0 \quad \text{at } \omega_2 \quad (AB \text{ 短絡, 挿入損失最大})$$

となる。このようにこの濾波器は饋電線の途中に接がれた並列インピーダンスの短絡、開放により動作するもので、 $\dot{Z}_{AB}$ の特性に依り濾波器の特性も定まる。

(i) 並列インピーダンス $\dot{Z}_{AB}$ の特性

ω_1 の近くでは #1 の入力インピーダンスは⁽⁹⁾

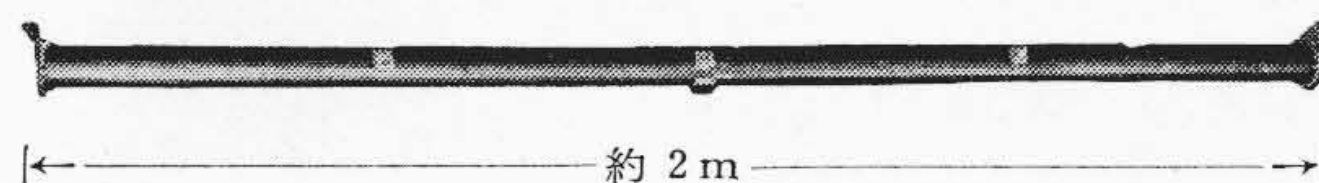
$$\dot{Z}_1 \doteq W_0 \left\{ \alpha l_1 + j\pi \left(\frac{\omega}{\omega_1} - 1 \right) \right\} \quad \dots\dots\dots (2)$$

ω_2 の近くでは #2 の入力インピーダンスは

$$\dot{Z}_2 \doteq W_0 \left\{ \alpha l_2 + j\pi \left(\frac{\omega}{\omega_2} - 1 \right) \right\} \quad \dots\dots\dots (3)$$

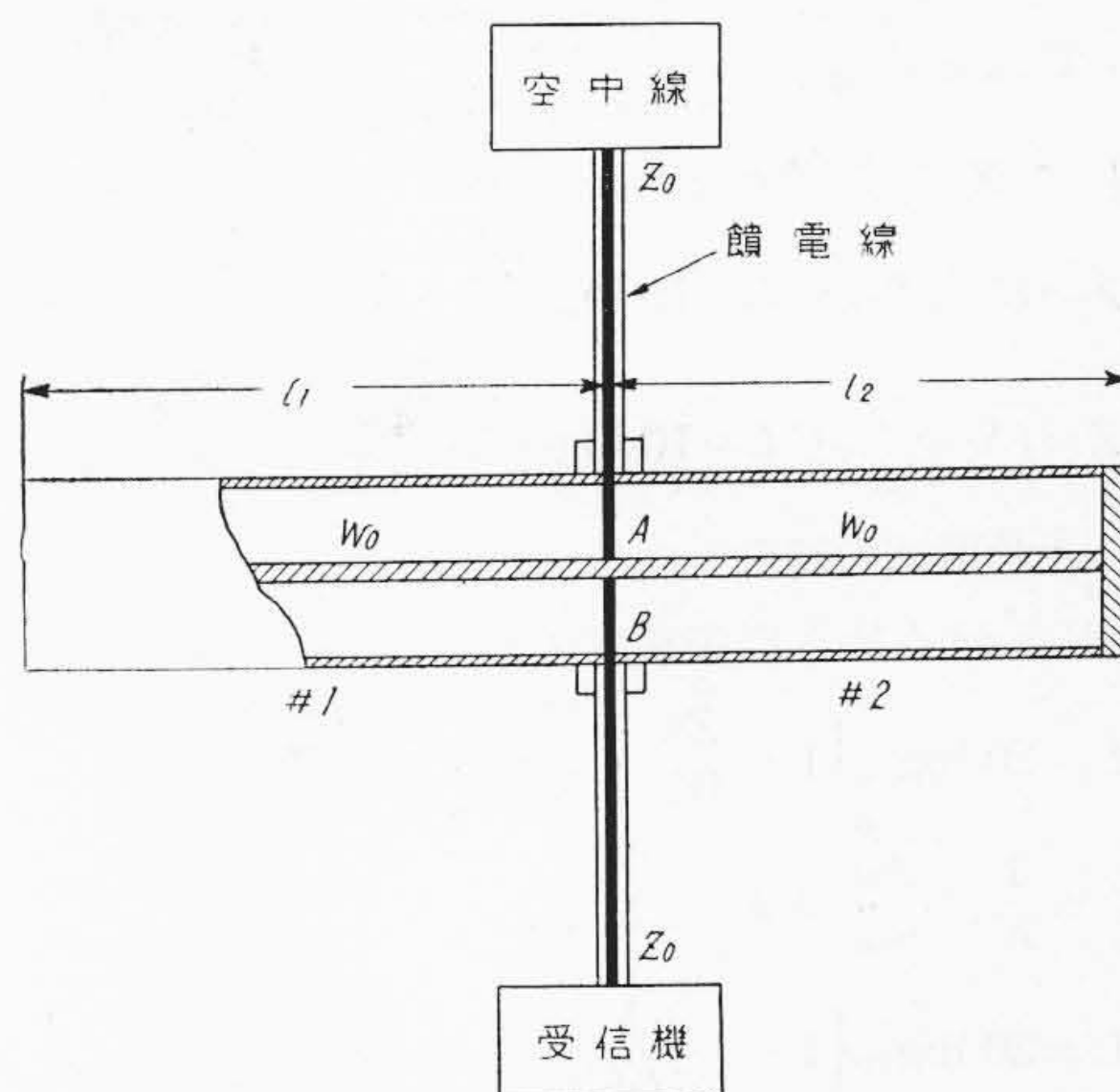
但し伝播定数を k として $k = \alpha + j\beta$ とする。

$\dot{Z}_{AB}$ は $\dot{Z}_1, \dot{Z}_2$ の虚数部が絶対値相等しく符号反対



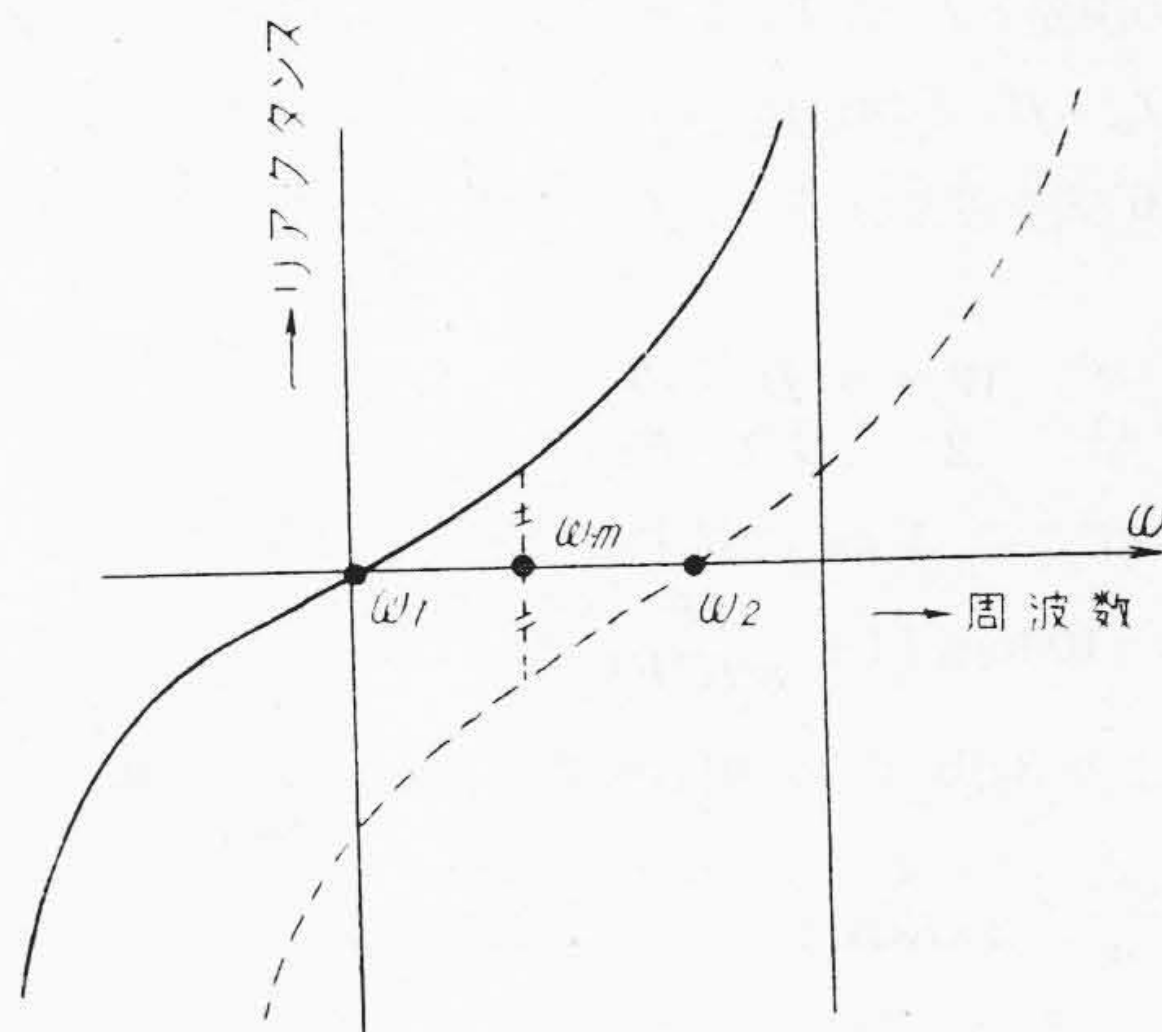
第14図 高周波濾波器

Fig. 14. Radio Frequency Filter



第15図 高周波濾波器の構造

Fig. 15. Construction of the Radio Frequency Filter



第16図 高周波濾波器のリアクタンス

Fig. 16. Reactance Diagram of the Radio Frequency Filter

の周波数 ω_m で反共振する。即ち (2)(3) 式より

$$\omega_m = \sqrt{\omega_1 \cdot \omega_2} \quad \dots\dots\dots (4)$$

この時の $\dot{Z}_{AB}$ を Z_r とかけば

$$Z_r = W_0 \frac{\left\{ \pi \left(\frac{\omega_m}{\omega_1} - 1 \right) \right\}^2}{\alpha l_1 + \alpha l_2} = W_0 \frac{\left\{ \pi \left(\frac{\omega_2}{\omega_m} - 1 \right) \right\}^2}{\alpha l_1 + \alpha l_2}$$

今 $\omega_1 = \omega_m - \Delta\omega$ 、 $\omega_2 = \omega_m + \Delta\omega$ とおけば

$$Z_r = W_0 Q \pi (\Delta\omega / \omega_0)^2 \quad \dots\dots\dots (5)$$

ここに $Q = \frac{\beta}{2\alpha}$ とする。 ω_m 以外の周波数では、 $\dot{Z}_1$,

$\dot{Z}_2$ は (real part) $\ll$ (imaginary part) であるから

$$\dot{Z}_{AB} = jX_{AB} = j \frac{W_0 \pi}{2} \cdot \frac{(\omega/\omega_1 - 1)(\omega/\omega_2 - 1)}{(\omega/\omega_0 - 1)} \dots\dots(6)$$

(ii) 挿入損失

第17図に於て、挿入損失は次の如く定義される。

$$L = 10 \log_{10} \left(\frac{\dot{Z} \text{を接いだ時負荷に吸収される電力}}{\dot{Z} \text{がない時負荷に吸収される電力}} \right)^{-1}$$

しかして Z_0 は線路のインピーダンスに等しいから

$$\dot{Z} = R \text{ ならば } L = 10 \log_{10} \left(1 + \frac{Z_0}{2R} \right)^2 \dots\dots(7)$$

$$\dot{Z} = jX \text{ ならば } L = 10 \log_{10} \left(1 + \frac{Z_0}{4X^2} \right)^2 \dots\dots(8)$$

(iii) 通過帯域の特性

ω_m に於ける挿入損失を求めると、(5)(7)式より

$$L = 20 \log_{10} \left\{ 1 + \frac{Z_0}{W_0} \cdot \frac{1}{2\pi Q(\Delta\omega/\omega_m)^2} \right\}$$

$$\frac{Z_0}{W_0} = \frac{1}{K}, \quad \frac{\Delta\omega}{\omega_m} = F \text{ とおくと}$$

$$L = 20 \log_{10} \left\{ 1 + \frac{1}{2\pi K Q F^2} \right\} = L_0 \text{ db} \dots\dots(9)$$

(9)式は中心周波数 ω_m に於ける挿入損失を表わすから、定損失に相当する。

次に ω_m を僅かに離れた周波数での L を求める。(帯域幅の決定) L が L_0 より 3 db 増す周波数を f' として $2(f_m - f')$ を帯域幅と呼ぶことにする。 $D = \frac{f_m - f'}{f_m}$ として(6)式を変形すると、 f_m^2 に対して Δf^2 を neglect して

$$X_{AB} = \frac{W_0 \pi}{2} \cdot \frac{D^2 - F^2}{D(1 - F^2)} \dots\dots(10)$$

従つてこの X_{AB} に対する挿入損失は(8)式より

$$L = 10 \log_{10} \left(1 + \frac{D^2}{\pi^2 K^2 F^4} \right) \text{ db} \dots\dots(11)$$

L_0 より 3 db 下つた場合を考えると、(9)、(10)より

$$2 \left(1 + \frac{1}{2\pi K Q F^2} \right) = \left(1 + \frac{D^2}{\pi^2 K^2 F^4} \right)$$

Q が大きいときは

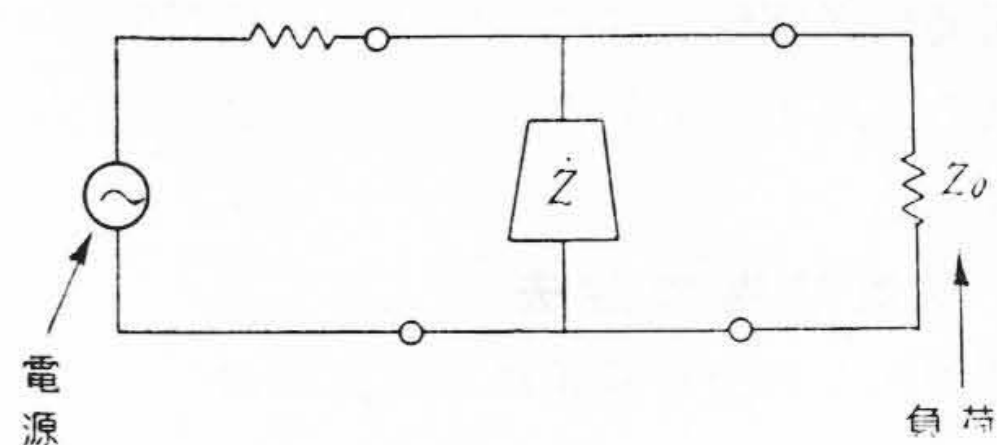
$$D \doteq \pi K F^2 \dots\dots(12)$$

即ち帯域幅には F の影響の大きいことが分る。

次に特性の一例を示すと第18図の如くで、中心周波数より 2 Mc 離れた点の減衰量は約 35 db あり、十分実用に供し得るものであることが分る。又中心周波数に於ける定損失は約 2 db、帯域幅は 300 kc である。図に於て理論値と実際値との差は主として饋電線接合部に存在する集中リアクタンスの影響である。

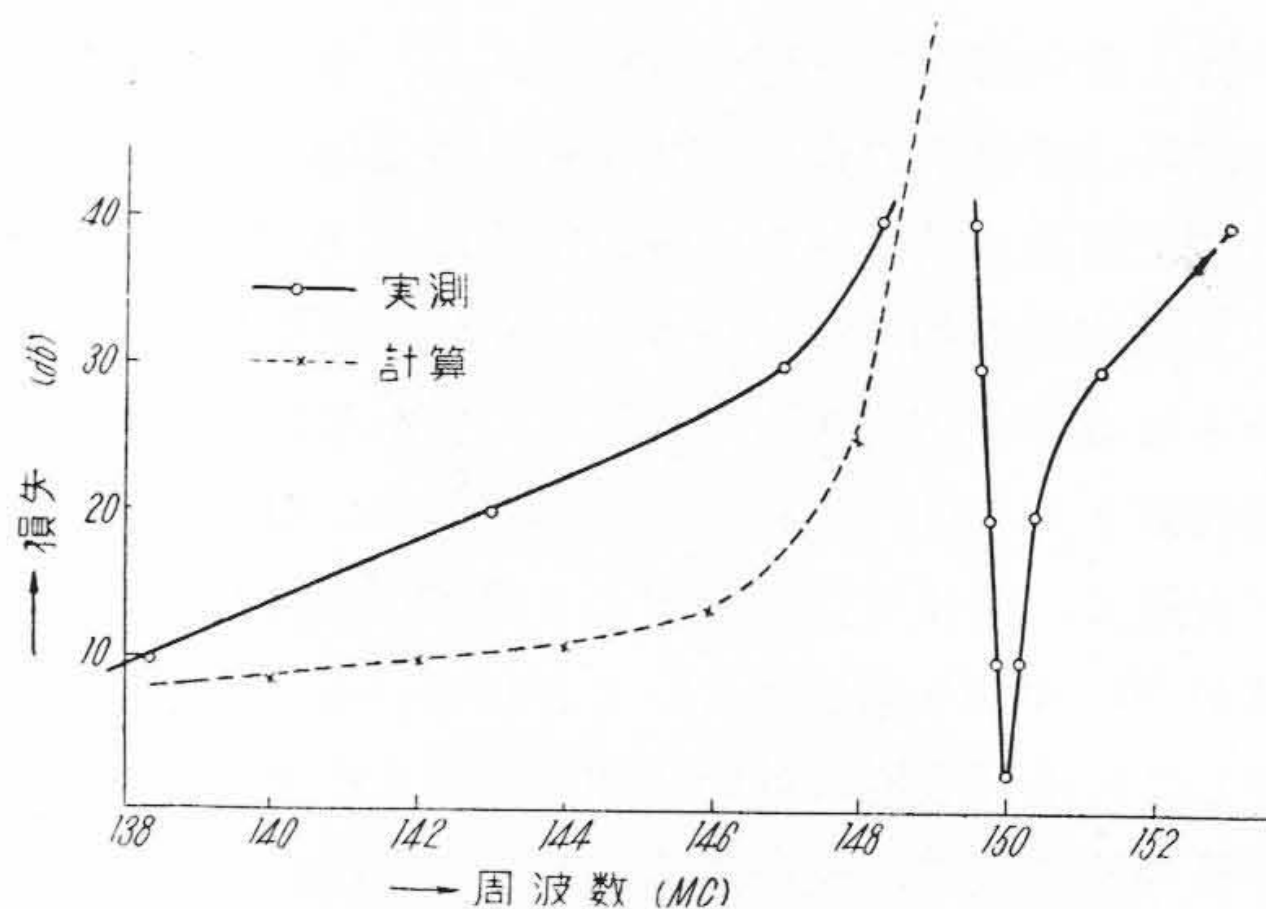
(b) 高選択性中間周波ブロックフィルタ

前述(ii)の近接回線の妨害は希望周波数にごく近接した妨害波が受信機に入る場合に起り、(iii)の混変調妨害は2局以上の近接妨害波が受信機に入る場合に起るもの



第17図 高周波濾波器を挿入した場合の受信機入力等価回路

Fig. 17. Equivalent Circuit of the Receiver Input Circuit when Inserting the Radio Frequency Filter



第18図 高周波濾波器の特性

Fig. 18. The Characteristics of the Radio Frequency Filter

で、何れも中間周波増幅段の選択度を極力良好にすることが必要である。一般に高選択度の中間周波ブロックフィルタが使用されているが、日立製作所で最近製作したものは、極めて高選択性をもつと共に形も非常に小さいという優れたものである。これは新しい動作特性理論による設計法を採用し、エレメントを最も有効に利用したもので、 L 素子としては壺形コアーを用いている。第19図にその特性を示す。このフィルタの使用により前記の妨害を大いに減少することが出来る。

(3) 回線計画例

回線計画実施例として日立製作所が最近行つたものの内から二三に就いて説明する。

(a) 電鉄会社に於ける実施例

(i) 小田急電鉄株式会社

小田急電鉄の通信回線としては、新宿本社、原町田駅にそれぞれ 25 W, 50 W 回定局、伊勢原駅に 25 W 可搬局を設置し、通信方式は新宿—原町田間は同時送受話、新宿—伊勢原は原町田を自動中継局とするプレストークである。割当周波数は 149.09 Mc, 151.33 Mc の2波で、新宿、原町田の両局受信機には高周波濾波器を設ける必要がある。

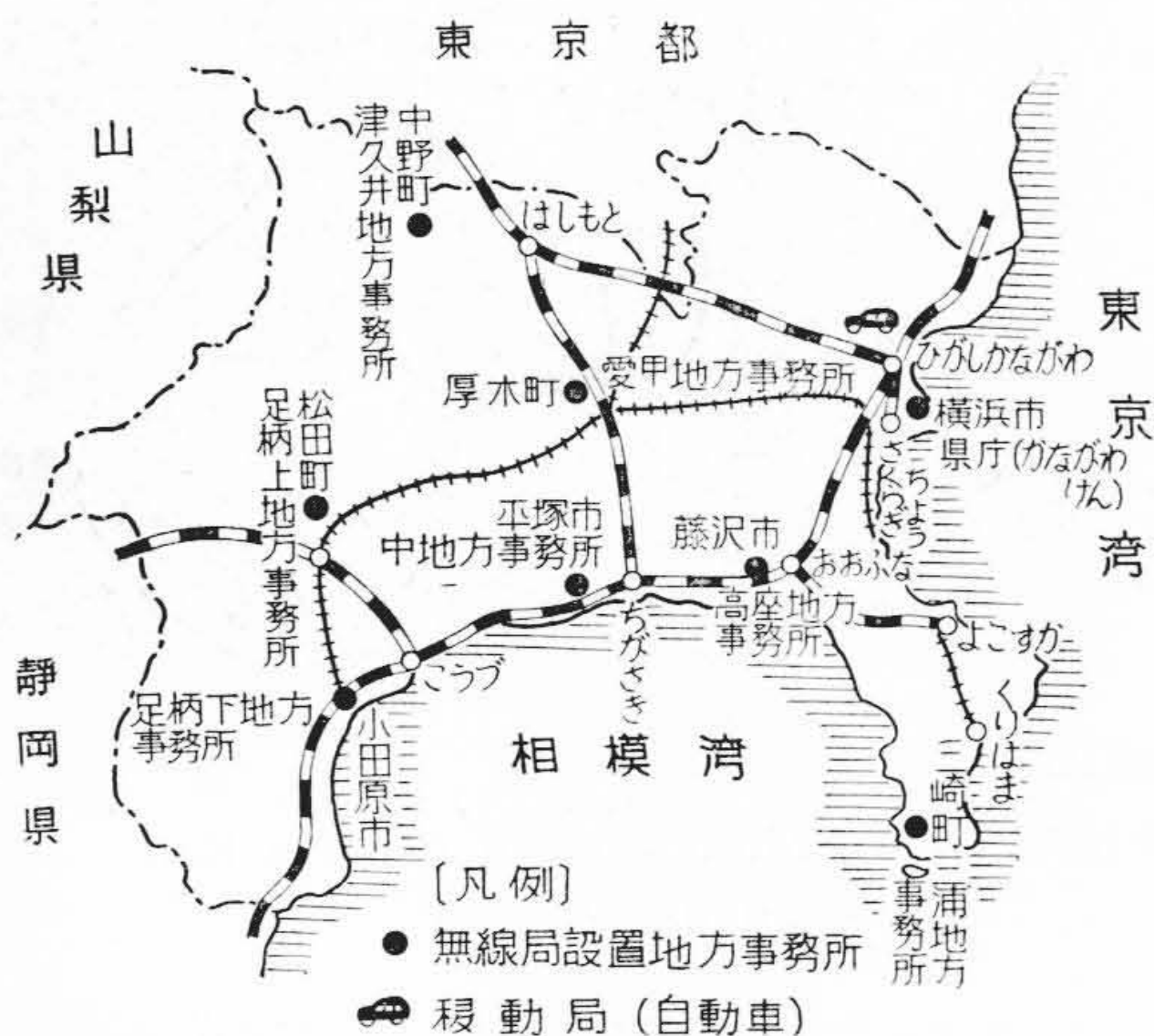
この回線で最も問題になるのは、前記の2波が同じ東

足柄上地方事務所(松田町), 津久井地方事務所(中野町), 愛甲地方事務所(厚木町)の7地方事務所の固定局と県乗用車及びジープの移動局とで構成される通信系で県業務 SEF-501 型を連絡用に使われている。機器の構成は各固定局は使用しており, 移動局は SEM-251 型を使用している。特に県庁固定局には小型交換設備を備え, 主要部署から直接通話を行い得, その運用面に於て代表的官公庁業務連絡用通信系といえよう。第22図は固定局の構成を, 第23図は移動局の構成を示すものである。

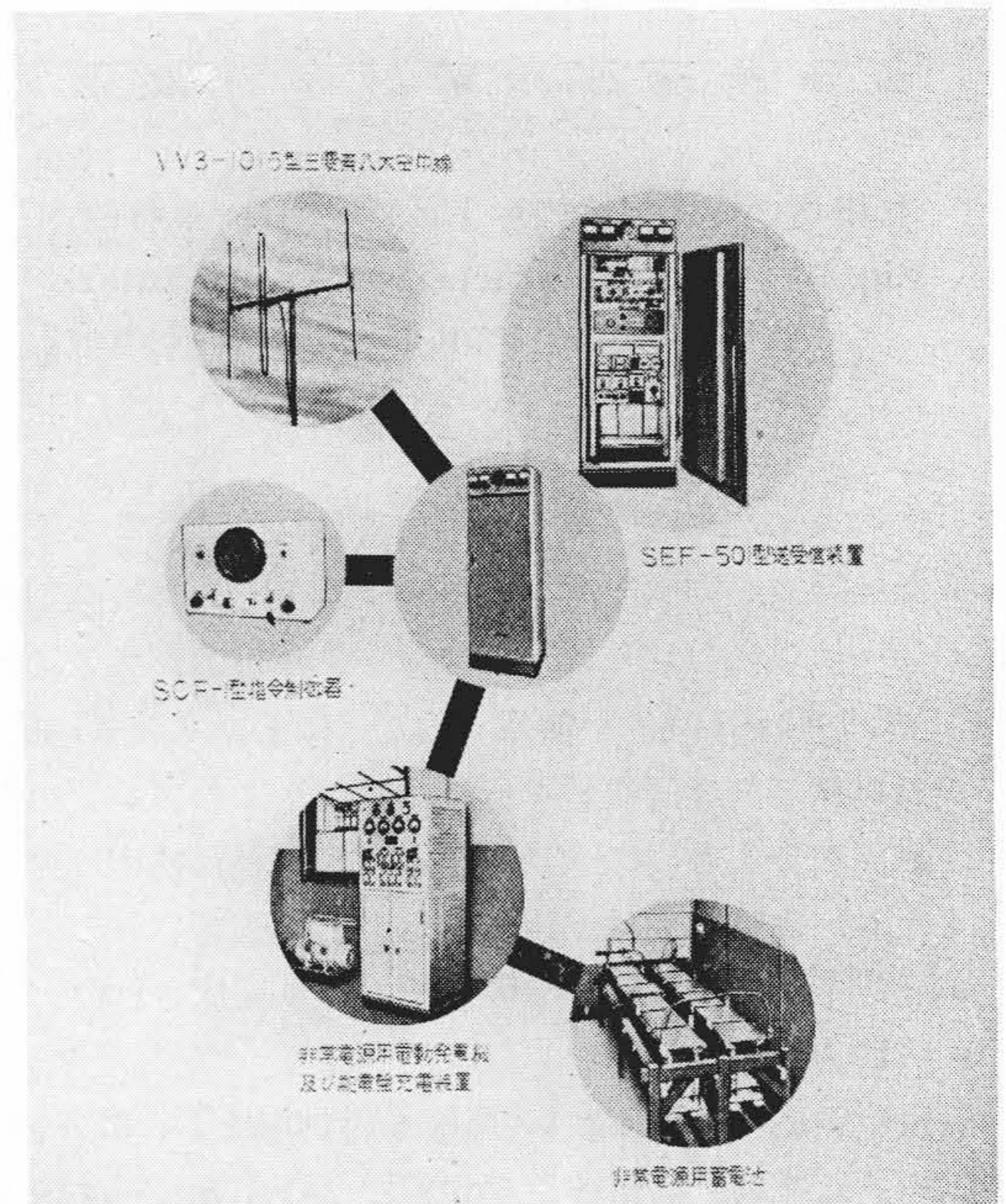
(2) 東北電力株式会社送電線保守用通信系

東北電力株式会社に於ては在来の保線用搬送電話に置き換えて変電所に固定局を置き, 保線用自動車に移動局を設けて移動保守を行う保線用 150 McFM 無線電話通信系を早くから御採用になり, 白鳥変電所⁽²⁾(PF-121 型 50 W 固定局 1, PM-111 型 25 W 移動局 1, PM-121

型ウォークーキー 2), 日和田変電所(同上), 宮城通信所(SEF-501 型 50 W 固定局 1, SEM-251 型 25 W 移動局 3), 古川保線所(SEF-501 型 50 W 固定局 1, SEM-251 型 25 W 移動局 2), 弘前保線所(SEF-501 型 50 W 固定局 1, SEM-251 型 25 W 移動局 1)等に実施して成績を挙げており, 米国の Union Electric Co. のマイクロウェーブと VHF の組合せによる通信系⁽¹⁰⁾等と共に今後の電力会社通信系のあり方に大きな示唆を与えている。第24図及び第25図はこの実用状況を示す。

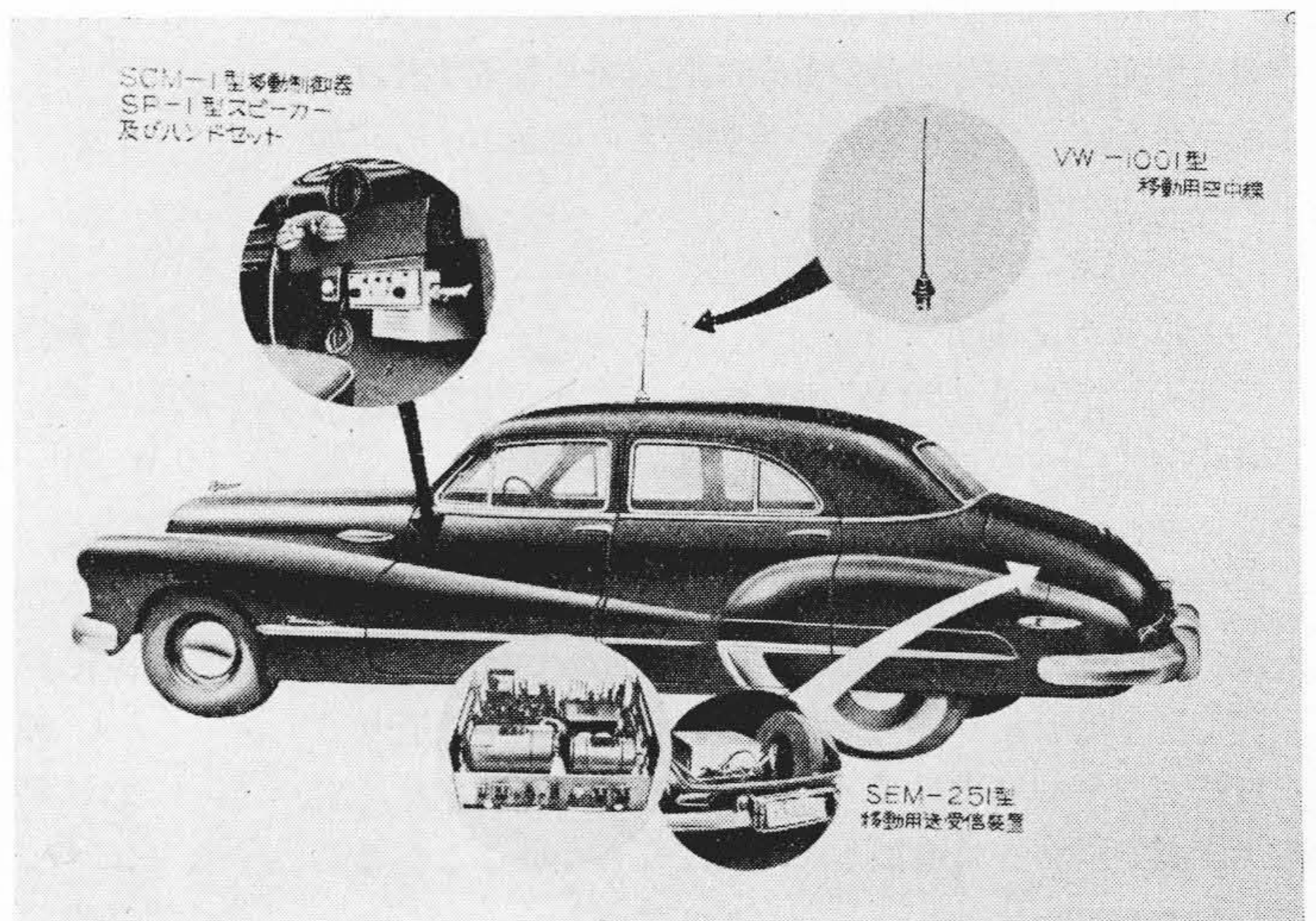


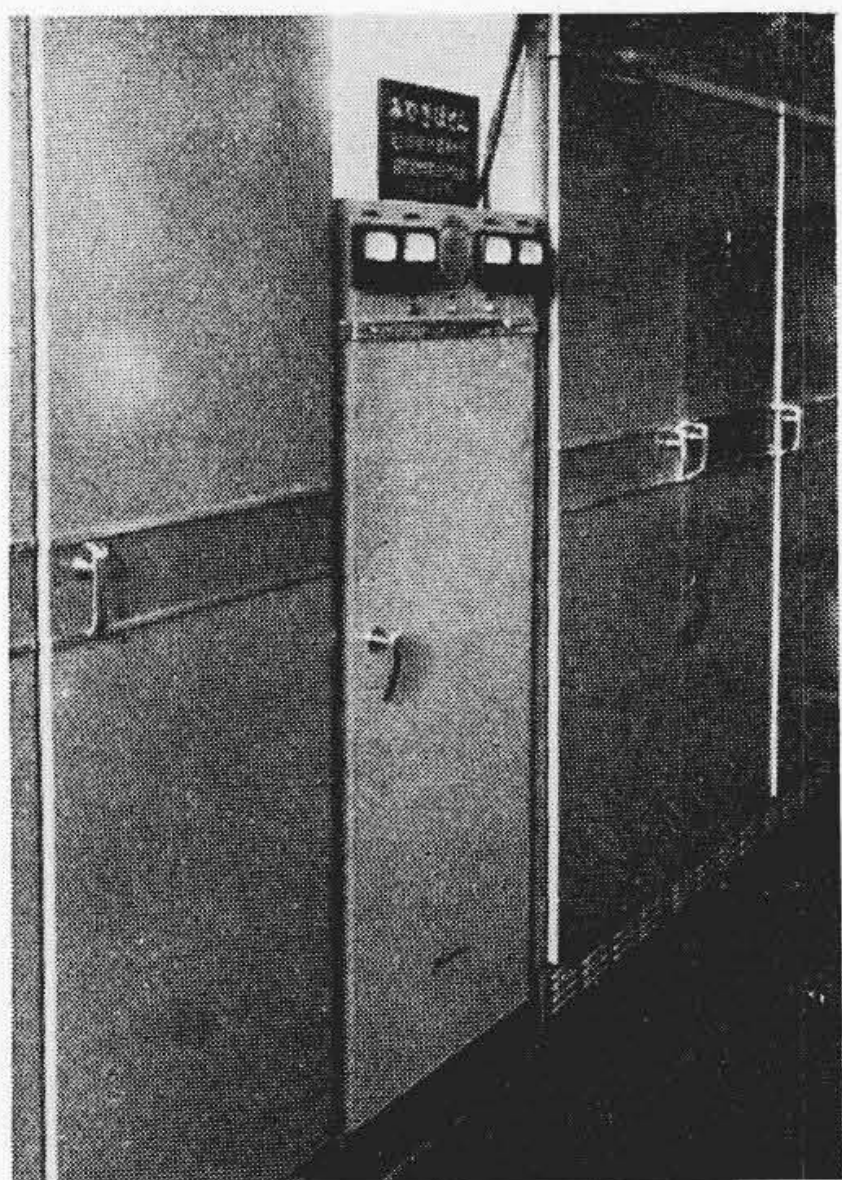
第21図 神奈川県庁通信系
Fig. 21. Radio Communication System in Kanagawa Prefecture



第22図 固定局構成
Fig. 22. Constitutional Diagram of Fixed Station in Kanagawa Pref.

第23図 移動局構成
Fig. 23. Constitutional Diagram of Mobile Station in Kanagawa Pref.





第24図 変電所固定局

Fig. 24. Fixed Station Installed at Substation of Tohoku Denryoku K.K.



第25図 保線用移動局

Fig. 25. Mobile Station for Maintenance Service of Transmission Line

(3) 名古屋港管理組合港湾業務用通信系

名古屋港の港湾業務用として施設されたものであつて中央埠頭に 25 W 固定局(VTR-102 型)を、約 5 km 離れた西突堤に 5 W 固定局を、曳船日吉丸に 25 W 移動局を設置して出入港船舶に対する業務連絡を行うものである。第26図～第28図は各局の施設状況を示している。曳船日吉丸と各固定局との通信範囲は第28図の如く知多半島先端迄可能であり、港湾業務用として極めて適切であつて、150 Mc FM 無線電話通信系の有効な利用分野を示している。

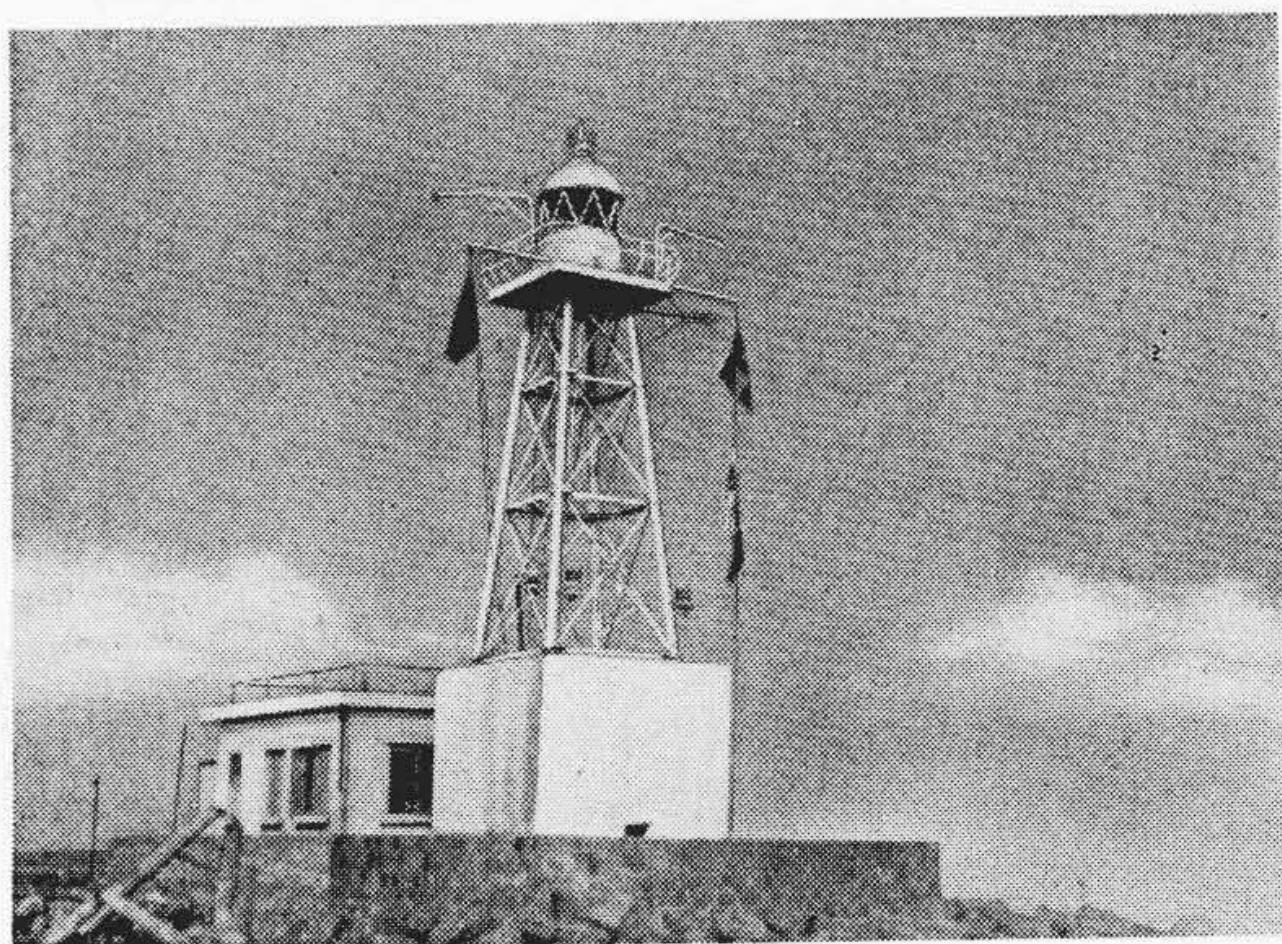
(4) 横浜市警保安用通信系

横浜市警に於ては全国自治警察にさきがけて 150 Mc FM 無線電話通信系による保安通信を実施され、当初は固定局 2 (PF-111 型本部 1, 野毛山自動中継局 1) と移動局 3 を以て実用に入り、適切な自動中継通信系の



第26図 中央埠頭局

Fig. 26. Central Wharf Station of Nagoya Port



第27図 西突堤局

Fig. 27. Western Jetty Station of Nagoya Port

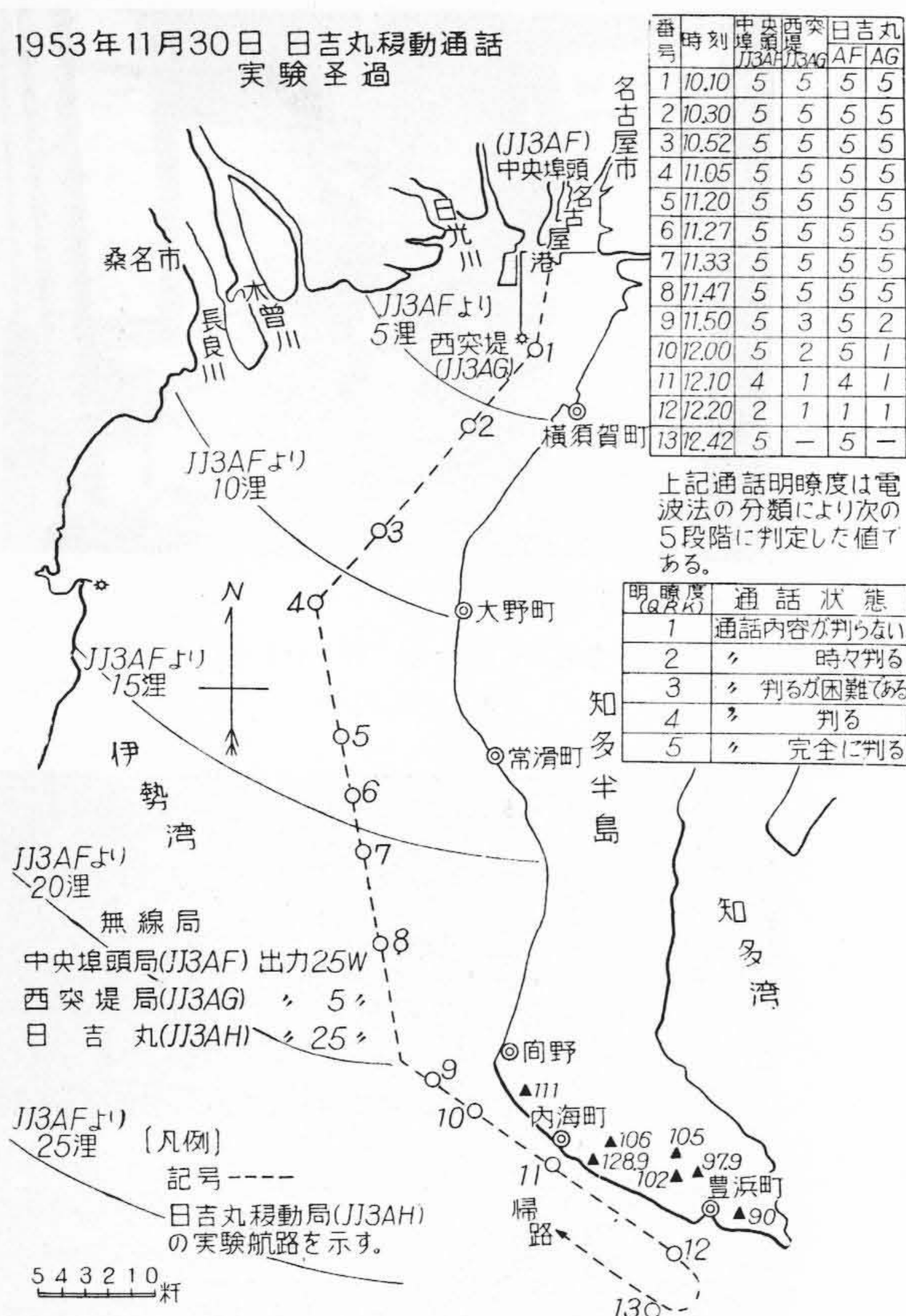


第28図 日吉丸移動局

Fig. 28. Tug Boat "Hiyoshi Maru" (Mobile Station)

採用により複雑な横浜市の地形に対し効果のある通信網を構成されたが⁽²⁾、その後移動局 (SEM-251 型)の整備拡充により自治警察の範となる通信系を保持している。第30図(次頁参照)は移動局の実用状況を示す。

1953年11月30日 日吉丸移動通話
実験経過



第29図 移動通信実験結果

Fig. 29. Results Showing Field Intensities for Communication System of Nagoya Port

〔VI〕 結 言

以上ここ数年来機器製作の技術に伴って急速に発展してきた 150 McFM 無線電話通信系は、今後益々その利用分野を拡げて行くことが予想され、これに伴った最も適切な通信系構成機器がそれぞれの分野に応じて開発さ

れてくるものと考え。更にこれらの通信系はマイクロウェーブ通信系と結合して多くの事業の根幹をなす総合的主要通信系に発達することも目睫に迫っていると考え。

ここに我々が今迄需要者側の御指導により開発してきた 150 McFM 無線電話の通信系及びその構成機器の概要を取り纏め今後の進展に資したいと考える。

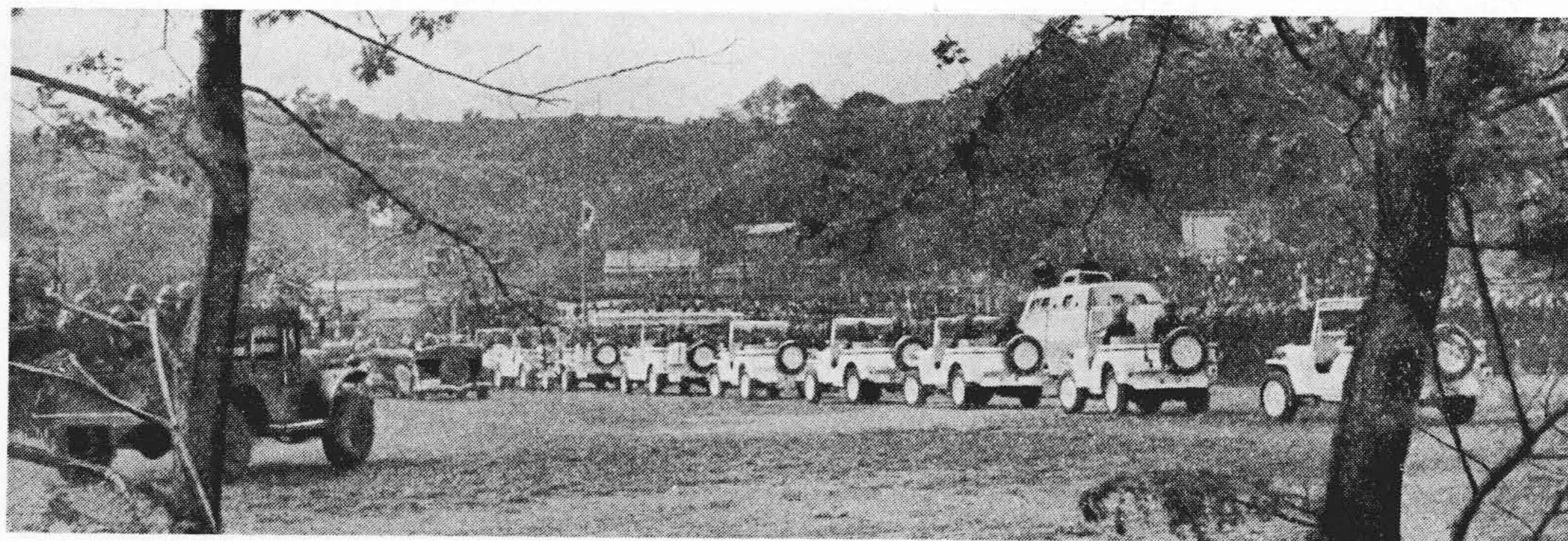
終りに本文に資料を発表させて頂いた顧客各位を初めとし、我々の技術的進展に対し終始御鞭撻を頂いている下記顧客各位に厚く感謝の意を表する次第である。

東北電力株式会社 山内, 木村, 植田の諸氏
小田急電鉄株式会社 松尾, 田村, 大井の諸氏
神奈川県庁 石井, 小川, 揖斐の諸氏
横浜市警察局 有島, 園, 長谷川の諸氏
横浜市交通局 坂間, 斎藤, 岩田の諸氏
名古屋港管理組合 飯尾, 綿引, 田宮の諸氏
名古屋鉄道株式会社 智識, 丸毛, 飯尾, 佐藤の諸氏

カスミタクシー株式会社 伊藤, 水野の諸氏

参 考 文 献

- (1) 北条, 長浜, 今西: 日立評論 32, 797 (昭 25-9)
- (2) 長浜: 日立評論 34, 972 (昭 27-8)
- (3) 前田, 林: 周波数変調 P. 239, 242
- (4) T. L. Echersely: I.R.E. Oct., 1938
- (5) 北条, 長浜, 今西: 日立評論 33, 927 (昭 26-11)
- (6) 北条, 長浜, 今西: 日立評論 33, 1051 (昭 26-12)
- (7) 長浜, 佐々木: 日立評論 35, 1319 (昭 28-9)
- (8) 東: 日立評論 35, 705 (昭 28-4)
- (9) 岡村外訳: 極超短波工学 P. 211
- (10) G. W. Fox & M. G. Staton: El. Wld. 139, 79 (昭 28. 1. 12.)



第30図 移動局実用状況

Fig. 30. Radio Patrol Cars of Yokohama Municipal Police