

広帯域テレビジョン受像用アンテナ

古谷勝美*

Wide Band Antenna "Yagi-A3"

By Katsumi Furuya
Totsuka Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

The T.V. broadcasting in Japan is effected on the two frequency bands, one covering from 90 Mc to 108 Mc, the other from 170 Mc to 188 Mc, and each of these bands is assigned three channels with width of 6 Mc.

At present, the channels 3, 4, 5, and 6 are granted license and used for actual broadcasting in Tokyo, Osaka and Nagoya City, although the channels 1 and 2 are not yet opened.

In these days, television receivers on sale in Japan have come to be equipped for these six channels, yet most of the antennas available here for these receivers have illogically been remained designed for one channel only.

Hitachi's antenna "Yagi-A3" is a new type of fan type dipole antenna with 2 reflectors developed to cover all channels now being utilized in Japan and its features have their full play when stacked in 2 or 4 bays.

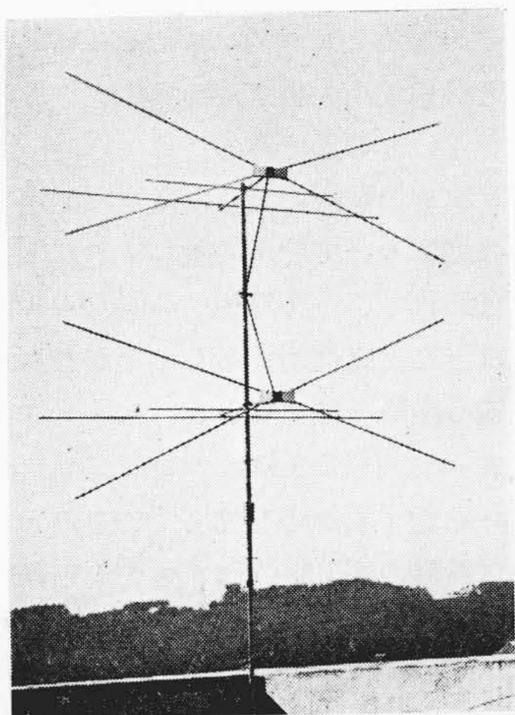
〔I〕 緒 言

本邦におけるテレビジョン放送は今や新たに開局された民間局を迎えて、次第に大衆のものになりつつある。その出力もかつての実験放送時代とは異りきわめて大き

くなり、未開放の第1および第2のチャンネルを除いて、4つのチャンネルが第1表のごとく割当てられている。

このテレビジョン普及の途上にあつて、一障害となつていゝるものに、アンテナの帯域幅の問題がある。すなわち受像機はチャンネル切替スイッチで選択することによつて、自分の好みの局を自由に選んで視聴できるように考慮されているにもかかわらず、不幸にして現状のアンテナの帯域幅はそれ程広くないため、良好な画像が得難いという事情がしばしばある。

勿論現在までも、このような見地から作られた全チャンネル型のアンテナがなかつたわけではない。八木アンテナ株式会社と日立製作所では、このようなテレビジョン時代に備えて、約2年前から広帯域テレビジョン受



第1図 積重ねられた "Yagi-A3"
Fig.1. Stacked "Yagi-A3" Modern
Television Antennas

第1表 テレビジョン周波数割当表
Table 1. List of Television Channel

| チャンネル 番 号 | 割当周波数帯 | 割 当 計 画 | | |
|--------------|---------|---------|-------|-----|
| | | 東 京 | 名 古 屋 | 大 阪 |
| 1 | 90~96 | —未 解 放— | | |
| 2 | 96~102 | —未 解 放— | | |
| 3 | 102~108 | ○ | ○ | |
| 4 | 170~176 | ○ | | ○ |
| 5 | 176~182 | | ○ | |
| 6 | 182~188 | ○ | | ○ |

* 日立製作所戸塚工場

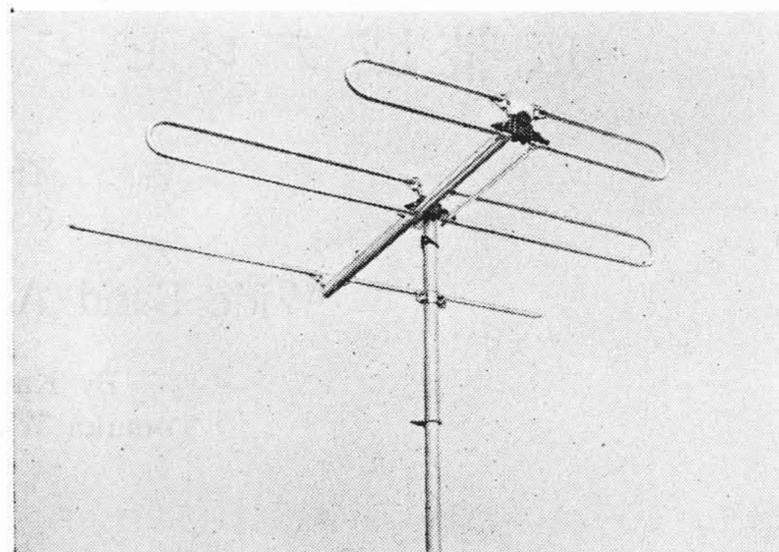
像用アンテナの研究に着手していた。われわれが約2年前に発表したインライン・アンテナ(第2図), コニカル・アンテナ(第3図)という2種類がそれであつて, 実に日本における最初の試みであつたと記憶する。インライン・アンテナはその後市場の要求に応じて約1万本近く生産したが, コニカル・アンテナはその割に生産されなかつた。思うに, コニカル・アンテナの形状が従来の観念でいうテレビジョンアンテナの形状と著しく異なるので親しみにくかつたためと思われるが, 一つにはこの種のアンテナに対する顧客の理解をうる労を取らなかつたことも重要な一因であろうかと考え, 今回“Yagi-A3”と呼ぶ同様の形式のアンテナを市場に送るに当つて紹介をかねてその優秀性を説明する。

〔II〕 テレビジョン受像機とアンテナ

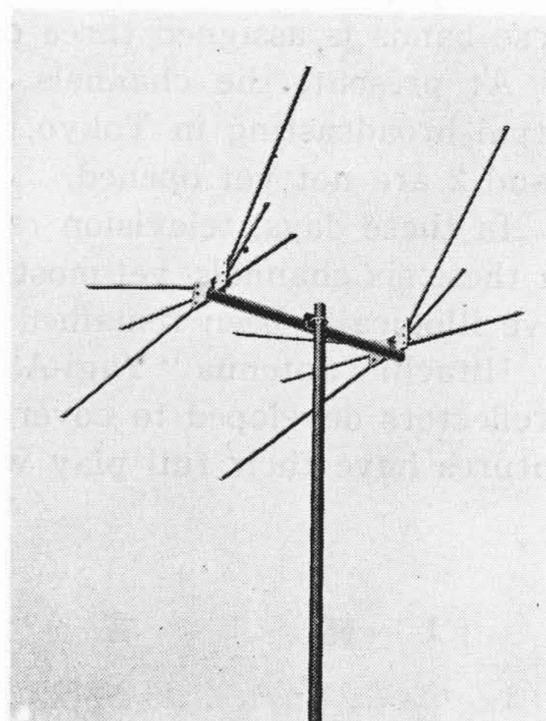
テレビジョンは目で視るものであるために, 耳で聴くラジオに比べて信号対雑音比(S/N比)に対する要求が大きい。また超短波には光と同様に構造物地物などによつて反射する性質がある。このようにして反射して来た電波を一諸に受信しないようにしなければならない(異なる経路を通過して来た時間遅れのある波を一諸に受信すると画像がダブつて現われる)。使用周波数が超短波であるためと, 帯域幅の広い特性を要求されるために受像機の利得はそれ程大きくできない。これらの条件から, テレビジョン受像用としては, 単一指向性の大きい利得のアンテナがよいということになつてくる。複像などのことを考えるとき単に電界強度が強いからという理由で簡単なアンテナを選ぶことは危険であつて, よい画質の受像を楽しむためには, やはりよいアンテナが必要になる。

ここでテレビジョン受像用として, どのようなアンテナが望ましいかを検討してみよう。第一にアンテナは受像機に接続されるものであるから, 受像機の感度特性, 入力端子とフィードとの整合について承知しておかなければならない。われわれがしらべた結果では受像機の感度は180 Mc帯では100 Mc帯より平均して10~15db低いようであつた。これは真空管の性質上やむをえないことで, 受像機を生産する立場からすれば, 注意せずに作ればもつと差のつくところをこの程度に圧縮している一換言すれば100 Mc帯の利得を下げたこの程度にしているのである。これからしてアンテナの利得は180 Mc帯の方で高いことが望ましい。同様に整合度についてわれわれがしらべた若干の例では, 平均してS.W.R.が3から5ぐらい。よいものでも2ぐらいであつた。

これはアンテナからフィードへ, フィードから受像機へという一連の伝送系を形作るものであつて, 詳細には別途論ずるものとして, ここにえられた結論のみを記せ



第2図 インライン・アンテナ
Fig.2. In-line Antenna



第3図 コニカル・アンテナ
Fig.3. Conical Antenna

ばアンテナの入力インピーダンスに対する要求仕様は, 通信用—ことに送信用の場合におけるごとく厳密に考える必要がないということである。

つぎにアンテナの選択に当り, 重要な問題の一つである適応電界強度について簡単に触れておこう。テレビジョン放送に使われている100 Mcから200 Mc程度の電波の伝播はほとんど直進的であることが知られている。すなわち見通し距離を伸すことが, サービス・エリアの拡張に最も大きく利くことは, テレビジョンの送信所が競つて100mを超す大鉄塔を立てていることでもわかるが, この送信鉄塔の高さと受像アンテナの高さおよびその距離によつて電界強度が定まるということは一般にあまり知られていない。最もよく知られているBarrowsの式を引用すれば, 電界強度 $E(V/m)$ は下式で表わされる。

$$E = \frac{88Hh\sqrt{P}}{\lambda d^2} \propto \frac{1}{\lambda}$$

ただし h, H : それぞれ送受信アンテナの高さ (m)

P : 電力 (W)

λ : 波長 (m)

d : 距離 (m)

上式よりあきらかなように電界強度は波長の逆数 (周波数) に比例する。このままでは波長の異なる毎に電界強度図を作らなければならないので、波長に関係のない電界強度を示す値を誘導してみよう。その一方法としてある地点に半波長ダイポール・アンテナを置いた場合その端子間に誘起される電圧 e をもつて表わす方法がある。この誘起電圧 e を算出すると

$$e \propto E \cdot \lambda$$

なる関係が導かれ e は波長とは無関係になる。この半波長ダイポールに誘起される電圧 e の値をもつて電界の強さを示すことにすれば波長と無関係になり、また実状ともよく一致するので便利である。第4図はこの考え方で東京地区三局について概算してみたものである。アンテナ設置の際の御参考になれば幸甚である。

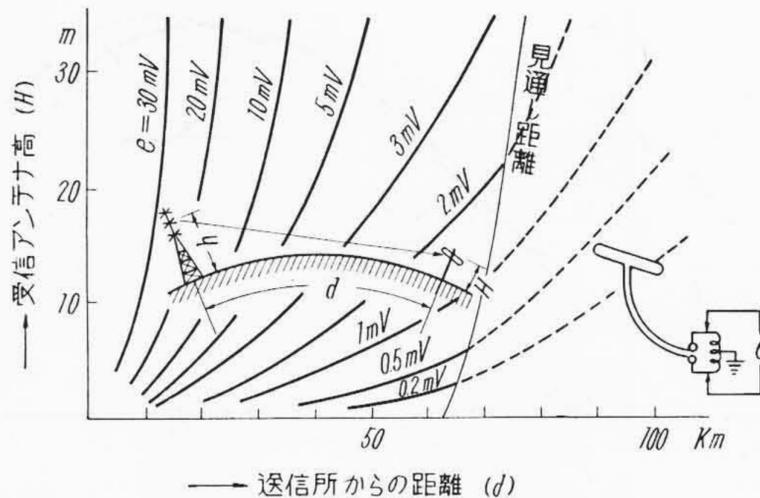
(注) アンテナ工学では半波長ダイポールを 0 db としているから、利得のあるアンテナを使用すれば、利得分だけ多く誘起するわけである。また本節で述べた誘起電圧の考え方は開放端子間電圧であるが第4図に画くときは図示のように無損失線路をもつて受像機に結び、その端子間で測つた場合として計算してある。

〔III〕 アンテナの帯域幅

アンテナの帯域幅とはアンテナが正常に動作する領域をいうと解釈すればよい。アンテナに正常な働きをさせるには、第1に指向特性に割れが生じてはならない。第2に著しい不整合を生じてはならない。前者は輻射特性に関するものであつて、利得と直接的な関係があり、主として関係寸法できまる。後者は電氣的なもの、回路的なものであつて、進行波励振の形をとるか、あるいは適切な補償回路によつて整合をとつてやらなければならない。

日本のテレビジョン周波数の割当では、最高周波数と最低周波数の比が約2である。これは米国などの場合に比べて設計上大変楽であることを暗示するのであるが、実際に試験検討を行つてみると、比較的楽であるという程度で机上の立案のようなわけに行かぬことがわかつた。

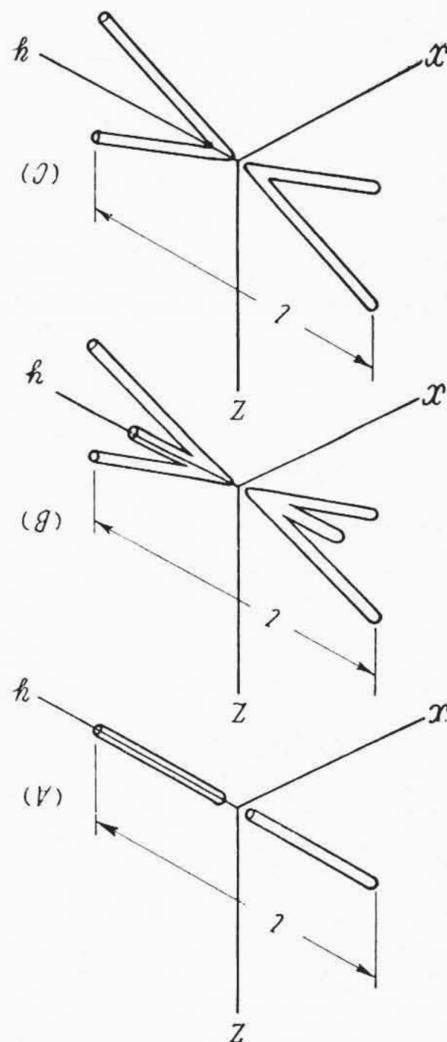
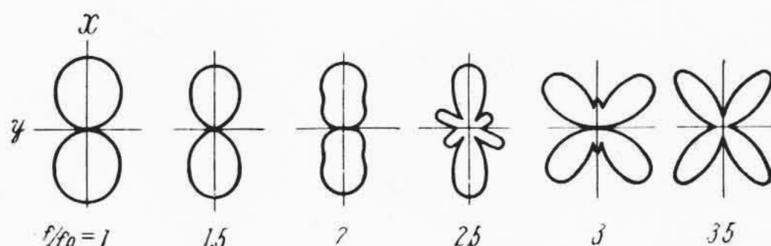
実験の結果、少くとも輻射特性の点ではきわめて容易によい特性がえられることが、第5図に示す実測から知ることができた。すなわち最低周波数で半波長の長さにしておけば(0 db)、最高周波数の場合周波数比2ぐらい



(注) 上図は理論上の計算値で実際の誘起電圧はこの 1/2 および 1/3 と考えれば大過ない。

第4図 テレビジョン電界強度計算図

Fig.4. Field Intensity of Television Propagation

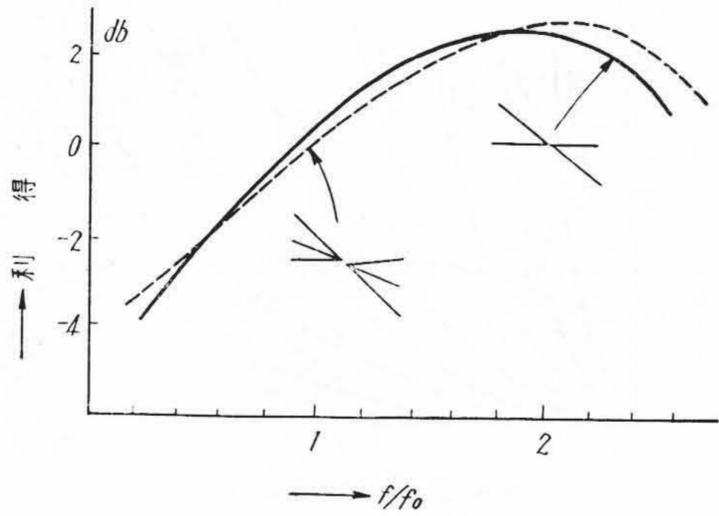


(注) $l/\lambda=0.5$ の時の周波数を f_0 とし測定周波数を f とすれば上図のような水平面内指向特性を示す。

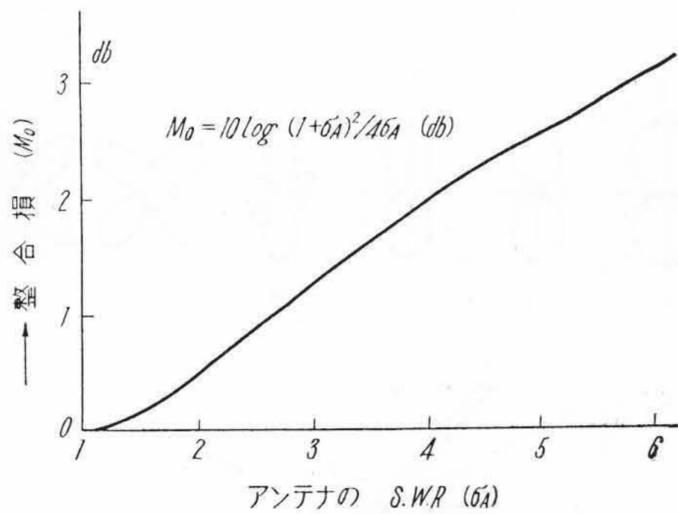
下図 (A)(B)(C) のいづれについても大体同様である。

第5図 ダイポール・アンテナ指向特性の周波数による変化

Fig.5. Frequency Characteristics of Dipole Antenna on Horizontal Pattern



第6図 ファン・アンテナ利得周波数特性
Fig.6. Frequency Characteristics of Fan Dipole



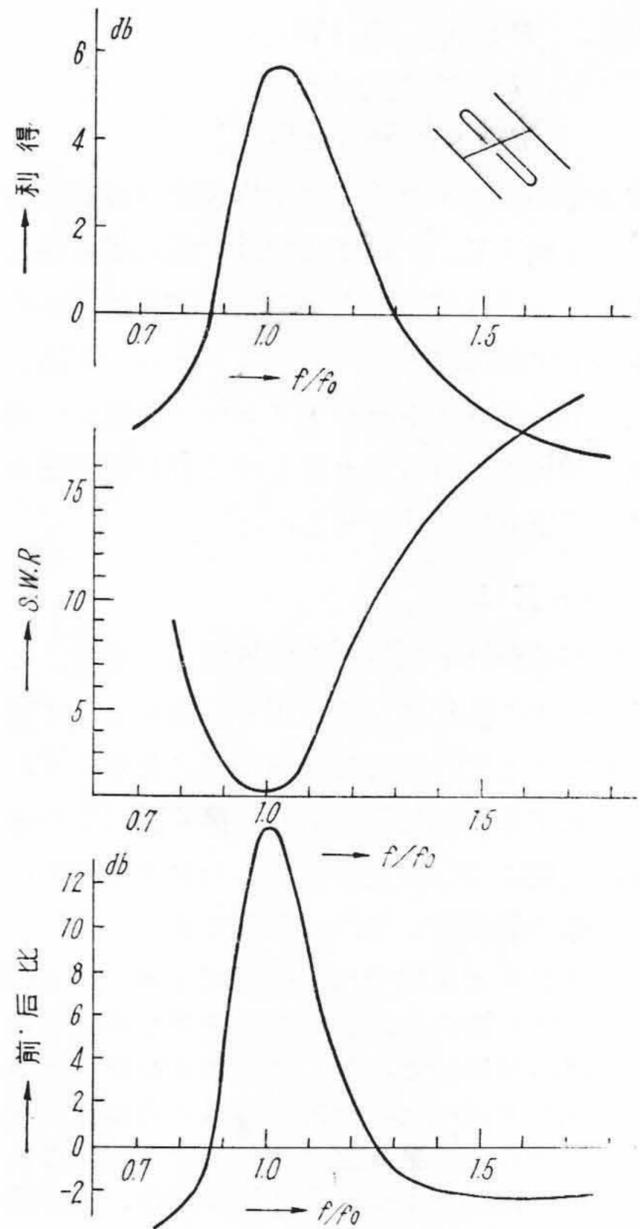
(注) 動作利得 G_e はアンテナ利得 G をとして $G_e = G - M_0$ と規定する。

第7図 動作利得算出図
Fig.7. Diagram of Working Gain vs. S.W.R.

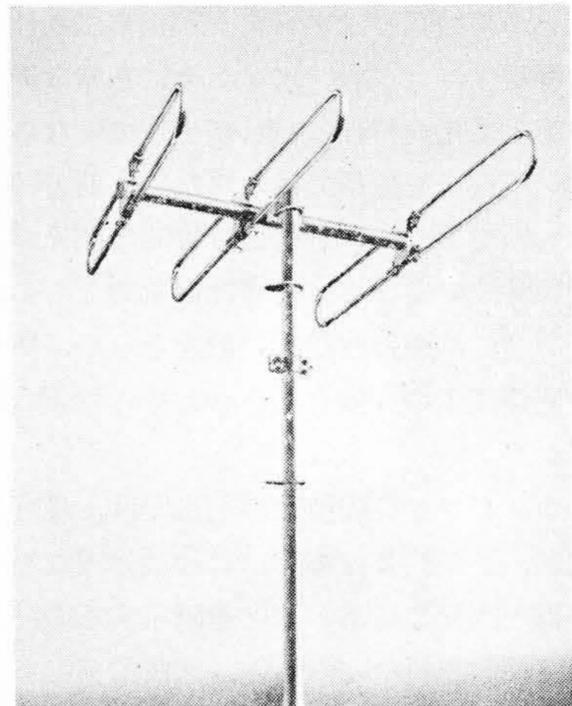
であるから輻射特性はまだ割れない。かえつて第6図に示すごとく利得が2db程上昇する傾向がある。したがって日本のテレビジョンアンテナの場合には、米国におけるごとく前進角を附したV型アンテナにする必要はないものと判定された。

これで問題が一つ解決したわけであるが、つぎの電気的な特性については、前章に述べたようにある程度幅をもたせて考えることとした。そして電気的な特性を輻射特性の中に織り込んで動作利得というものを考え、これを帯域幅決定の判定に使うことを考えた。動作利得とは、簡単に説明すれば不整合によつて失われた損失をアンテナ利得に加算したものであつて、これによつてアンテナの総合特性が、判定できると考えられる量である。(第7図参照)

今少しく詳細に説明すると、この計算の根拠は受信機側の S.W.R. (σ_R) を1であると仮定してその場合アンテナ側の S.W.R. (σ_A) のみを考えてその整合損を計算したものである。なぜ σ_R を1と仮定したかは σ_R を変

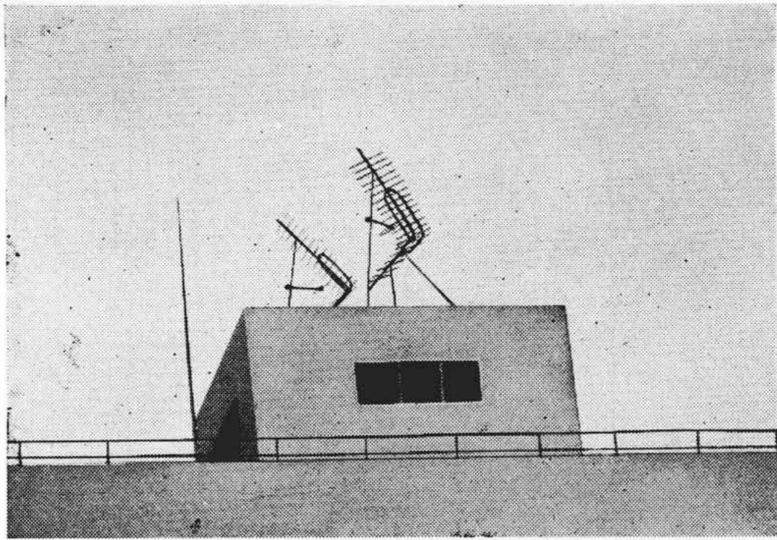


第8図 三素子八木アンテナの特性
Fig.8. Frequency Characteristics of Typical 3-element "Yagi"

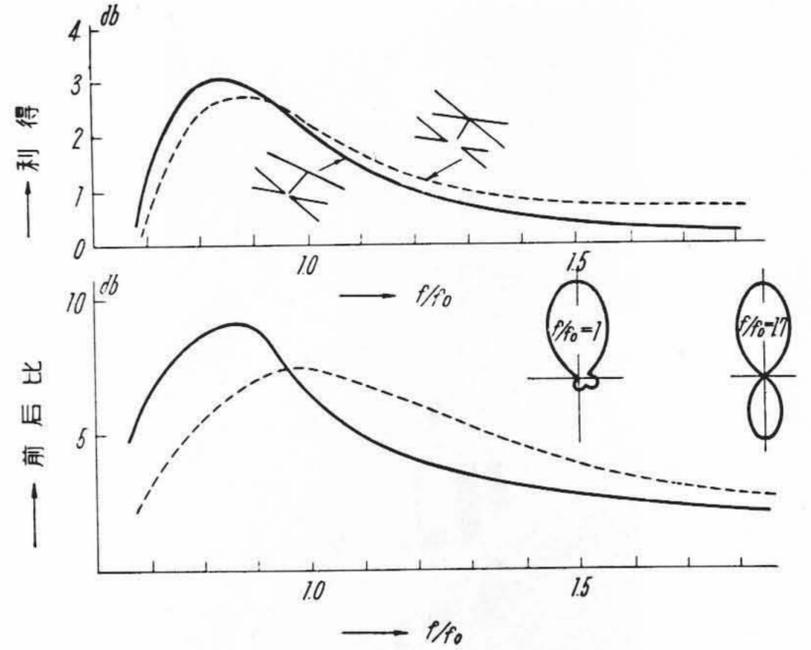


第9図 広帯域化された三素子八木アンテナ
Fig.9. Wide Band 3-element "Yagi"

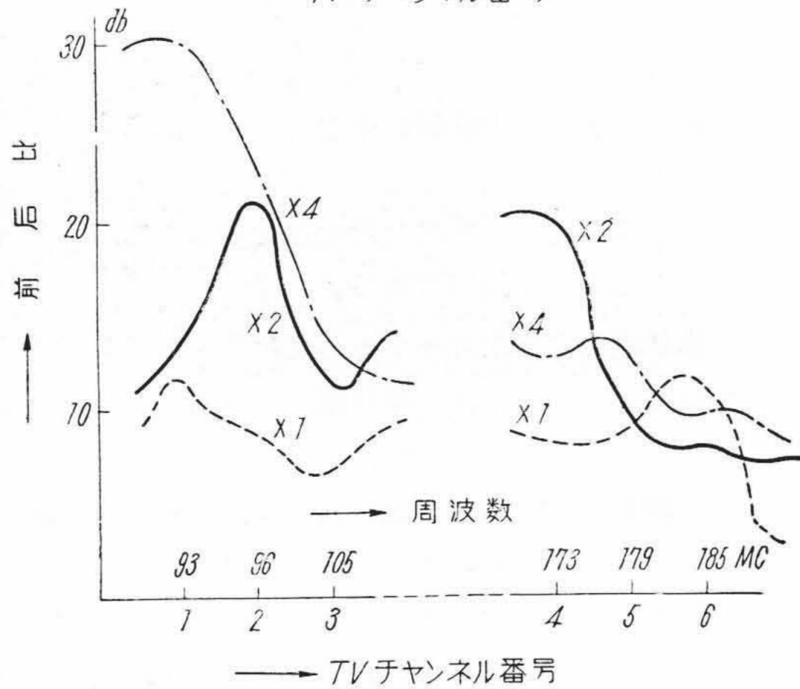
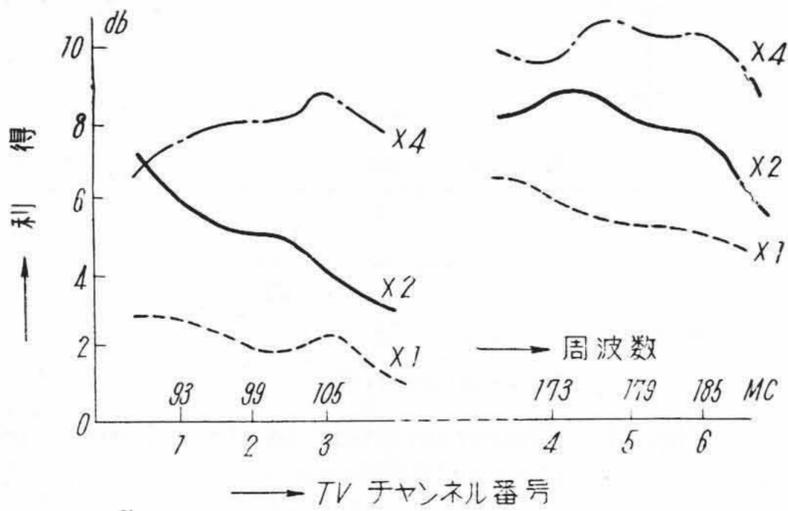
量と考えると、整合損はフェーダの長さによつて、最大の場合 σ_A, σ_R に比例し最小の場合 σ_A/σ_R あるいは σ_R/σ_A に比例する値を示し一義性を失うので、このような仮定



第13図 国際観光会館屋上に設置された共同視聴用
コーナ・リフレクタ付アンテナ
Fig.13. Corner Reflector Antenna for the
Community Television Service

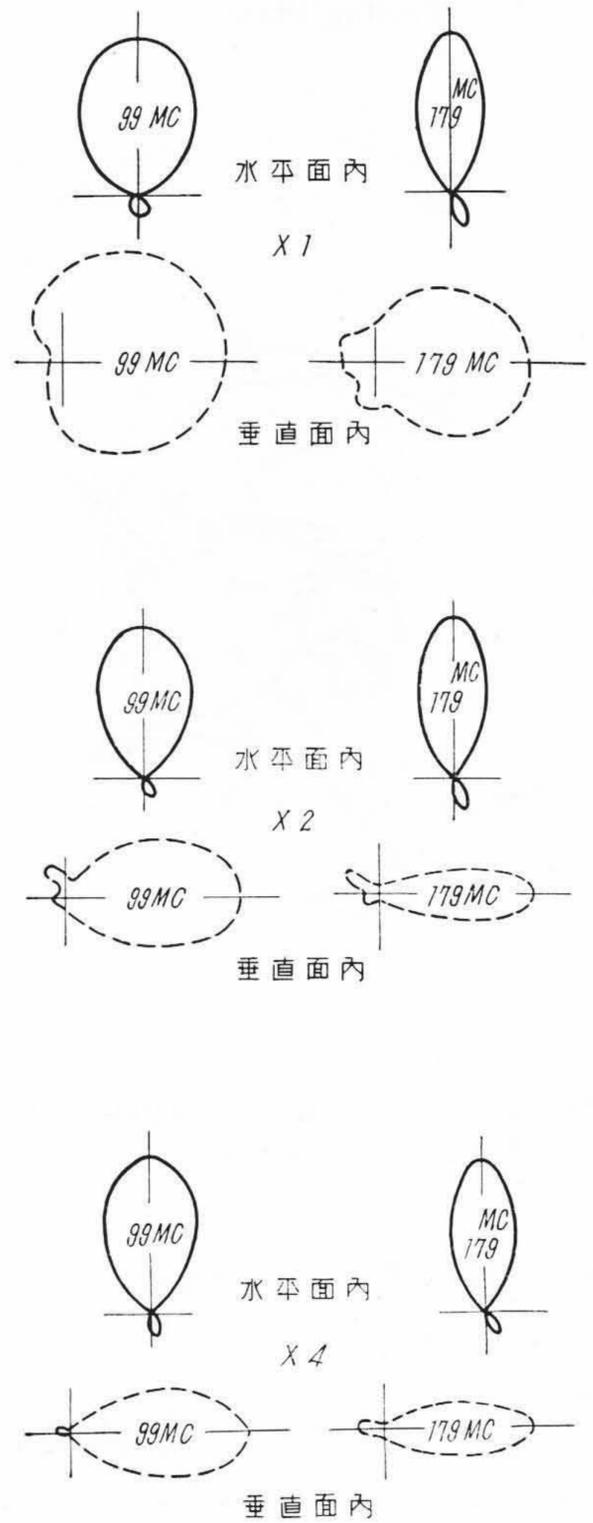


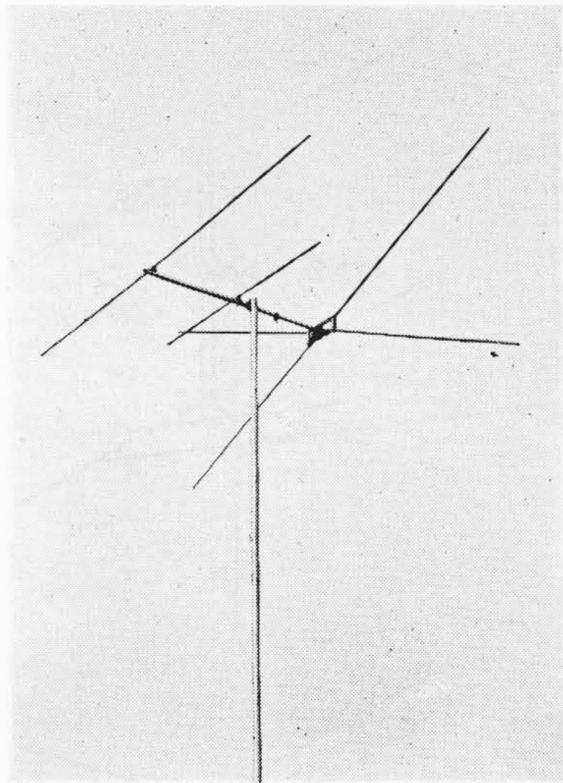
第14図 反射器の周波数特性
Fig.14. Frequency Characteristics
of Reflectors



(注) 1. 図中
×1 は Yagi-A3 1段の場合
×2 は Yagi-A3 2段積重ねの場合
×4 は Yagi-A3 4段積重ねの場合
を示す。
2. 指向特性は電力比をもつてあらわしたものである。

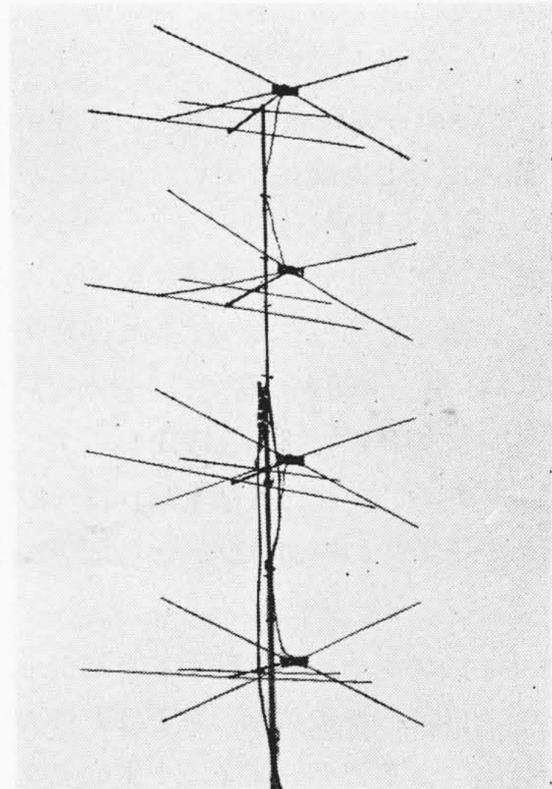
第15図 “Yagi-3A” を積重ねた場合の特性
Fig.15. Characteristics of “Yagi-A3” Stacked





第16図 広帯域テレビジョン受像アンテナ
“Yagi-A3”

Fig.16. Modern Television Antenna
“Yagi-A3”



第17図 4段積んだ“Yagi-A3”

Fig.17. 4-Bay Stacked “Yagi-A3”

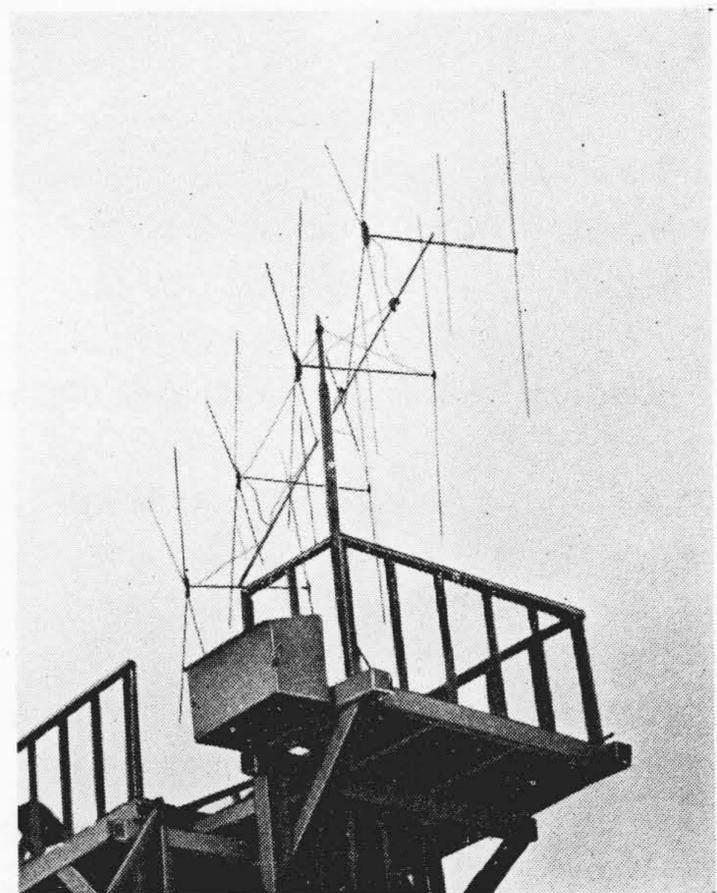
〔IV〕 全チャンネル型アンテナの構想

われわれは約1年前からこの問題と取組んだ。前章までに述べた事柄は、すべてその思考の過程において整理して来たことであり、最終的にわれわれが到達した形は、ファン型の輻射素子に2本の反射器をつけたアンテナであつた。一般に試験の結果によれば反射器は導波器に比べて周波数特性が鈍く、このことは100 Mc 帯、180 Mc 帯それぞれ 18 Mc の帯域をカバーするのに1本の反射器を使えばよいことがわかつた。これを同じくファン型の反射器と比較した場合の測定値が第14図であつて、100 Mc 帯、180 Mc 帯でそれぞれ 18 Mc をカバーするのにファン型の反射器までは必要でないことがわかるであろう。これはまた広帯域のアンテナの形状を簡易化する試みの上にきわめて有効であつた。

第14図の試験結果を見ればわかるように、100 Mc 帯用に作られた反射器のみでは180 Mc 帯で前後比が悪くなる。われわれはこれにさらに1本180 Mc 帯で働く反射器を附加したところ、180 Mc 帯における前後比は著しく改善された。しかも輻射特性のみに限つていえば、相互の関係は全く独立であつた。

このような過程を経て生れでてきたのがここに述べる“Yagi-A3”である。

現在第1、第2チャンネルは未開放であるが、東京にはすでにNHKの第3チャンネル、NTVの第4チャンネル、さらにラジオ東京の第6チャンネルと3つの電波が放送されており、今やこの種のアンテナを待望する声は強いものと確信している。



第18図 4段積んだ“Yagi-A3”の垂直指向特性の測定状況

Fig.18. Sight of Measuring Vertical Pattern
4-Bay Stacked “Yagi-A3”

〔V〕 “Yagi-A3”の特性

“Yagi-A3”はたしかに今までのアンテナよりすぐれている。しかし一部の方々からこのアンテナについての程度の距離まで実用になるかということが疑問視されるのではないかと思われる。極言すれば単なる近距離用アンテナに過ぎないと考えられることすらあるかと思われるが、断じてそのようなことはなく、このアンテナ

ナの遠距離用としても優秀であり、中距離用としては類稀な、すばらしい性能を有している。

第15図は“Yagi-A3”を2段積み、4段積んだ場合の特性を1段の場合と比較して書いたものである。

(第1図および第16～18図参照のこと)

従来遠距離で使用されていた5素子程度の八木アンテナには悠々と匹敵する利得を持つており、加えて広帯域である。100 Mc 帯と 180 Mc 帯では利得が若干異なるが、この利得の相異は第2章で述べた理由からすればむしろ望ましい傾向である。前後比は積重ねれば一般によくならず、“Yagi-A3”の構造は軽いから取扱にもいささかも不便はない。

われわれはこのアンテナを設計する当初から、つぎのように考えて設計試作を進めた。第1は取扱の容易なこと、価格の低廉であること。第2は1本のアンテナでまず受信して見て、不満足な時あるいは画質をさらによくしたいと考えるとき、さらに1本追加して、これを以前からある“Yagi-A3”と簡単に並列接続してその性能を向上させることができるようにしたいということであった。要はアンテナのユニット化であつて、この点は設計上最も苦心した点であつた。

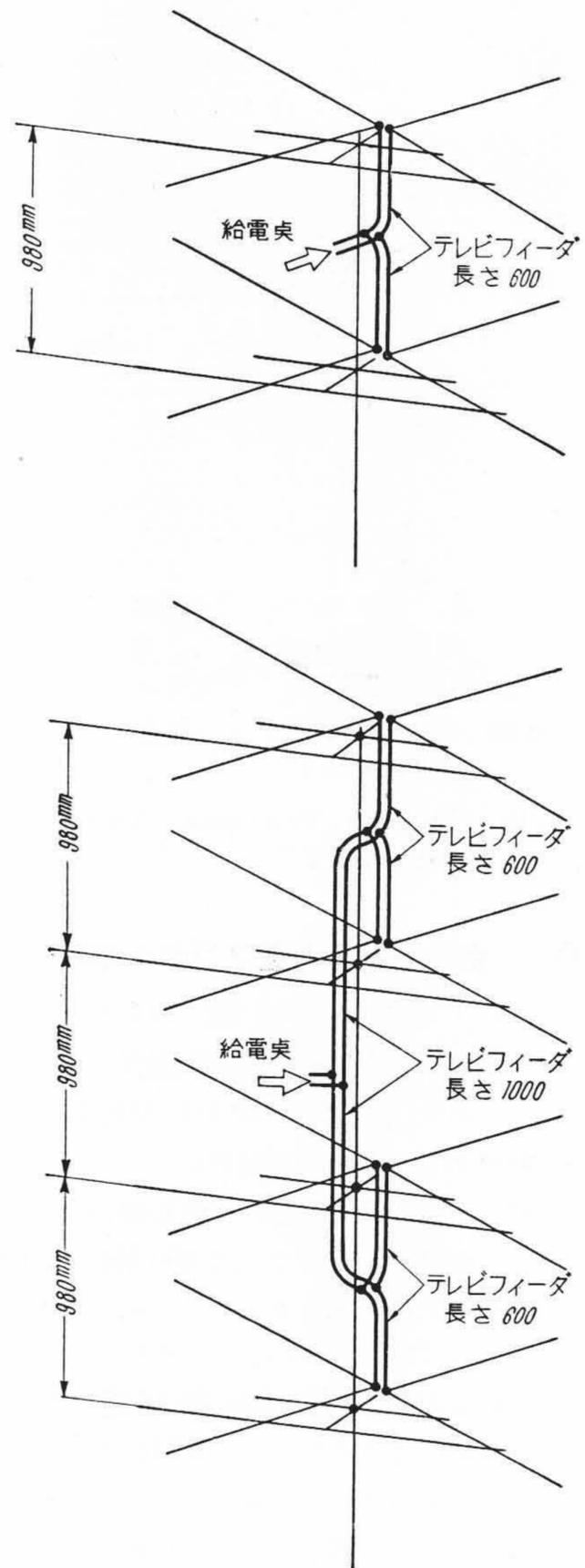
この考えを実現するためにはテレビジョンフィーダを使って2本以上のアンテナを並列給電する方法について研究をする必要があつた。われわれはこれを約半歳にわたつて検討し、その結果をこの“Yagi-A3”に活かして見た。

第19図のように一見なんの変哲もない接続法であるが、一般のアンテナをこのように接続しても決して良い特性はえられない。“Yagi-A3”にして始めてできたことである。

最後に構造について一言触れておこう。“Yagi-A3”の構造は一見して従来のもととは異つた印象をうける。従来のテレビジョン・アンテナを見馴れた目には、あるいは華奢に見られるかも知れないが、これは十分研究されて作られたもので、軽く簡単でしかも丈夫という三拍子揃つた経済設計を施してある。

強度試験を実施して見ても、従来通り 40m/s 相当の荷重では大きな変位を認められず、荷重を増して約3倍程度の超過荷重で始めて曲る。すなわち正常に組立てられた状態では素子は曲ることはあつても折れることはないという保証ができる。

今一つ看過されやすいことであるが、“Yagi-A3”はきわめて軽い。1段なら勿論片手で持てる(約 1.5 kg) 4段積んでも1人で楽に扱える。このようなことはあまり気付かれないうがかならず大いなる便益を提供できるものと確信している。



(注) 単位はすべて mm

第19図 “Yagi-A3” 並列接続法

Fig. 19. Diagram Illustrating Parallel Connection Method of “Yagi-A3”

〔VI〕 結 言

テレビジョン受像用のアンテナは、今後次第に全チャンネル型になつて行くであろう。それらはいずれも日本のチャンネル割当のあり方によつて特性上の考慮が払われた。換言すれば日本的なものが生れ出てくるであろうと筆者らは確信している。

“Yagi-A3”はこの時代に魁けて世に送る第1号機である。本論では説明の不足な点、また紹介に止つて専門の方々が見られた場合など当然必要と思われる資料に

欠けている嫌いはあろうが、これらはいずれ稿を改めて発表したいと考えている。

われわれの研究の未熟な点、また“Yagi-A3”に関し御不満の点、お気付の点などは御叱正願いたい。新しい試みとして世に送るこのアンテナに江湖の絶大なる御支援を願つて止まない次第である。

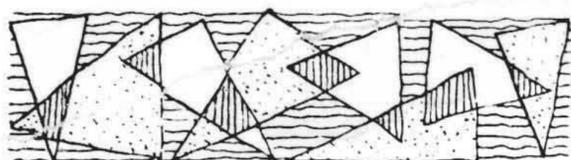
稿を結ぶに当り、貴重なる御意見を拝聴させて戴いた八木アンテナ株式会社社長八木秀次博士、数次にわたる試作検討に関し御高配を賜りたる日立製作所戸塚工場製作課の各位、試験設備の整備改善に関し御協力を戴いた検査部の各位に対し深甚なる謝意を表す。

終りに本機の設計のために約1箇年間にわたり、各種

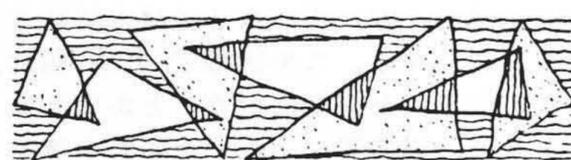
の試験を担当された戸塚工場無線設計課鳥谷満雄君に対し、その労を多として謝意を表したい。

参考文献

- (1) 松尾：超短波伝播
- (2) McGraw Hill：Radio Research Lab. Staff V.H.F. Technique Vol. 1
- (3) 永井, 神谷：伝送回路網学
- (4) Fink：Television Engineering
- (5) 宇田, 虫明：Yagi-Uda Antenna (英文)
- (6) A.R.R.L.：Antenna Book
- (7) 虫明, 高木：“動作利得について” 東北電通誌



特許の紹介



特許第207407号

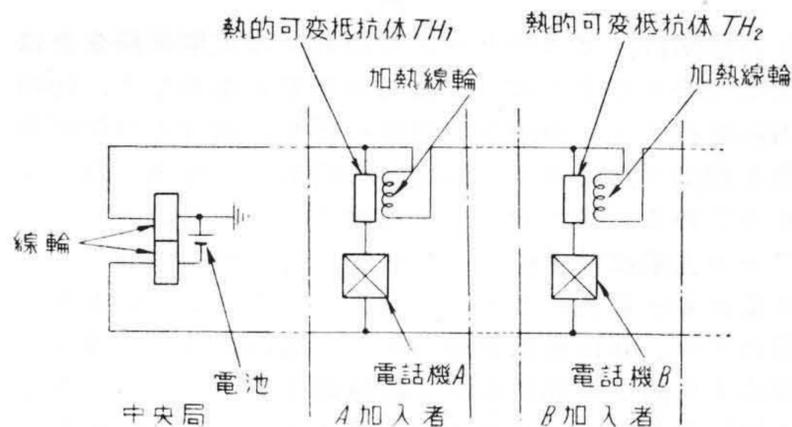
江森五郎

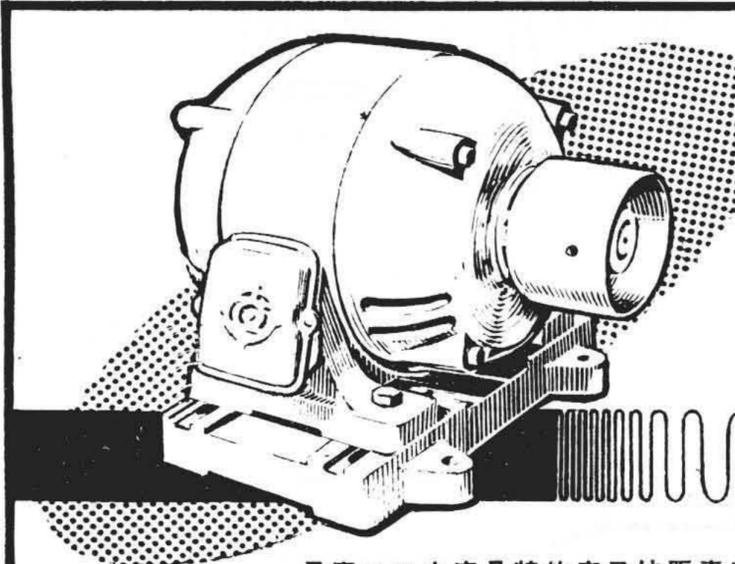
多数共同加入電話における電流供給方式

一加入者が中央局に近く一加入者が遠い場合、近い加入者は中央局の電流供給装置より十分な送話用電流を受けうるが、遠方加入者においては近方加入者に奪われて送話用電流が減少する欠点がある。本発明はこのような電流供給損を防止するために近方加入者Aの電話機に直列に熱的可変抵抗体 TH_1 を接続し、この熱的可変抵抗体の加熱線輪へ遠方加入者Bの電話機環路により電流を流し、この環路にては加入者Bの熱的可変抵抗体 TH_2 の加熱線輪には電流が流れないように接続する。加入者Bの加熱線輪には加入者Aの場合と同様に加入者Bより遠い加入者の電話機の環路により電流が流れるようにする。今加入者Bが共同通話をなさんとして電話機の送受器を上げると加入者Aの熱的可変抵抗体 TH_1 の加熱線輪には、電池—線輪—加入者Aの加熱線輪—加入者Bの熱的可変抵抗体 TH_2 —電話機B—線輪—電池の環路に

より熱的可変抵抗体 TH_1 の抵抗値を増加せしめ、加入者Aの電話機接続による中央局電池の電流供給損を防止することができる。

(高木)





日立モートル

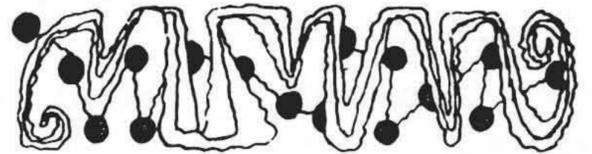
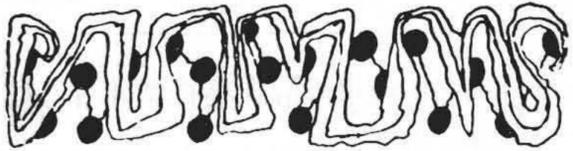
7つの特長

1. 力が強い
2. 効率が高い
3. 温度の上昇が低い
4. 使い易い

5. 寿命が永い
6. 外観塗装が美しい
7. 部品の互換性が完全

最寄の日立商品特約店又は販売店に御用命下さい。

日立製作所



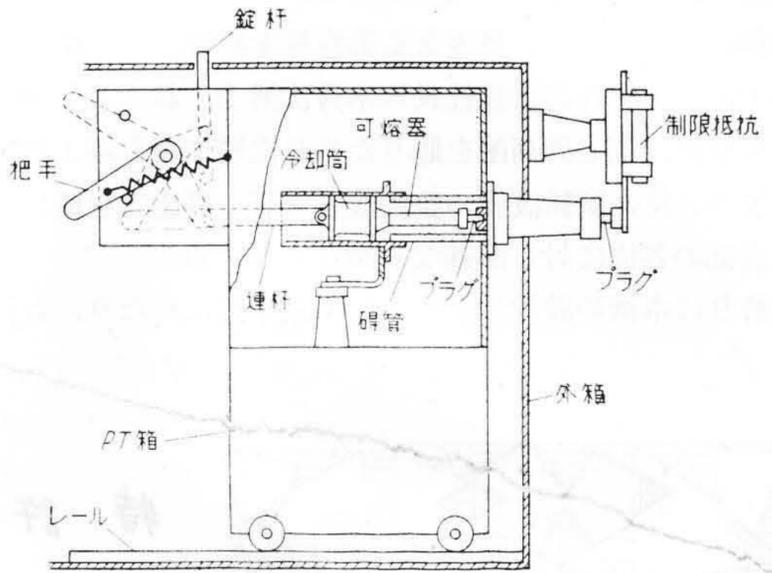
特許第 206858 号

安蔵卓郎・丹秀太郎・中川幸太郎

配電箱における引出型電位変圧器

この発明は配電箱における一次回路を遮断する可熔器を、P.T箱に固定した碍管内に設け、P.T箱を引出す際にP.T箱と外箱との鎖錠を釈放する予備操作に関連して、碍管内の可熔器を移動し、可熔器先端のプラグを引抜いて一次回路を開放し、無電圧状態とした後P.T箱を引出すように考慮したものである。

図はP.T箱を外箱内所定位置に挿入し、一次回路を閉成した状態を示すもので、今P.T箱を左方に引出すべく、把手を鎖線位置に回転して錠杆と外箱との鎖錠を解けば、把手の前記回転に連動して連杆を介して碍管内の可熔器が左方に引かれ、先端のプラグを引抜いて一次回路を開放する。この状態でP.T箱は無電圧となり、これが引出しを安全に行うことができる。なおこの発明によれば、可熔器による一次回路の遮断が碍管内で行われるから、外部に火花を噴出することなく、遮断により碍管内に生成されたガスは、冷却筒で冷却されてから外



部に排出されるものである。

(滑川)

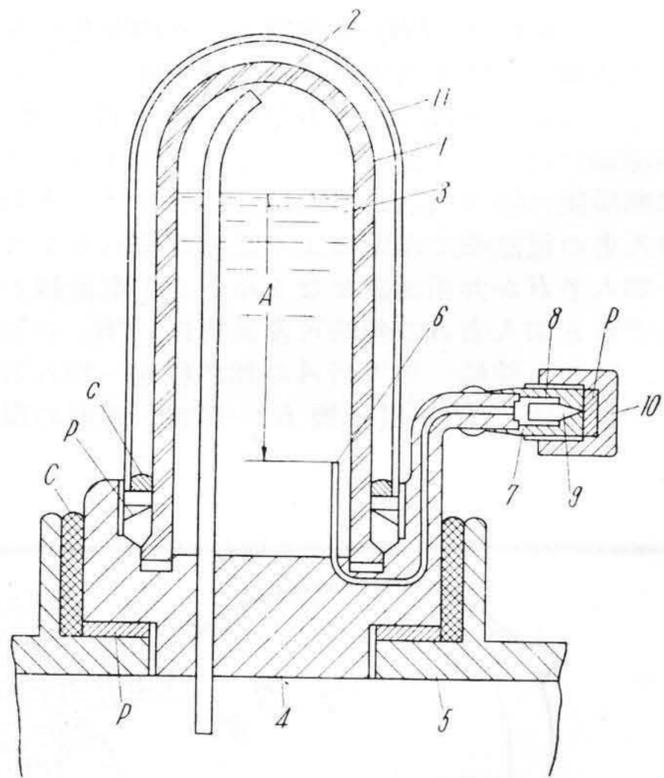
特許第 208869 号

高橋長一郎
大和和夫

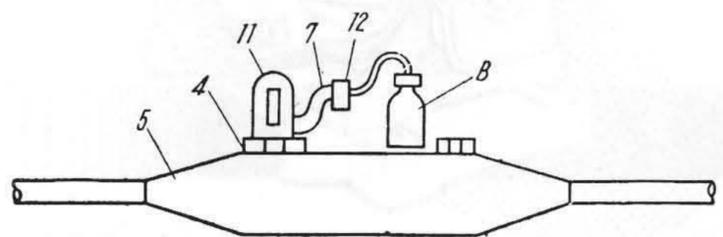
圧力ガス密封装置

この発明は、ガス圧ケーブルのガスの定期補給または非常時補給をなすに際して漏気の不安が全然なく、短時間内に遂行するに至便なる装置に係り、適宜の自動応動装置を案出すればガスの自動的補給も安全確実になしうるものである。図において1は鐘状硝子、2はガス圧送管でその上端は油3をくぐり抜けて上方空所に開口し下端は基台4を貫通してケーブルシースまたは接続函5内に開口する。6は送気管路でその一端は油3中に開口し他端は4を経て外部にのびて給気端子7に通ずる。端子7の給気孔8はニードルバルブ9によつて通常時厳密に封塞される。10は保護キャップでパッキンPを介在する。11は透視窓を有する保護帽蓋でCはコンパウンド填料Pはいずれも封塞用パッキンを示す。いまケーブル5内にガスを封入しようとするときにはまず10を取り去る。このときバルブ9はケーブル内の残圧にAなる油高の静圧を加えた圧力を油を介して受けているから孔8を封じて漏油は自然に防止される。一方ケーブル内の圧力ガスは油3によつて切られているから漏気も勿論絶対にない。

この状態において第2図のごとくポンペBの口端12を給気端子7に接続してBの内圧を放つときは弁9は後退し、続いて管路6内の油は1内に逆送され、しかる後にポンペBのガスは油3中を気泡となつて上昇し、油3上の空所を經由し2を介してケーブル内に圧送されることになる。ガス充填後口端12を外せば内圧によつて弁9は閉じ徐々に油を管路6内に満たして常態に復しキャップ10を施して運転状態に入る。(宮崎)



第 1 図



第 2 図