

工業 テレビジョン

武井 幸夫* 角野 正夫** 東 長 年***

Industrial Television

By Sachio Takei and Masao Sumino
Central Research Laboratory, Hitachi, Ltd.
Nagatoshi Azuma
Totsuka Works, Hitachi, Ltd.

Abstract

With the progress of TV equipment, the closed circuit TV equipment has come to find a broad field of utilization in industries, military operation, scientific field, business and educational purposes, etc. The TV equipment used for these purposes is discriminated from the commercial TV under the name of ITV or the Industrial Television. In this paper the writers relate in detail the principle and the construction of the ITV and analyze some factors which would come into question in its practical application. Particular mention is made moreover for the principle of the camera tube VIDICON which constitutes the heart of the equipment.

〔I〕 緒 言

電子工学を応用した機械や装置の各種工業方面への進出は最近甚だ顕著なるものがある。なかんづくテレビジョンにあつてはテレビジョン放送の普及化、天然色テレビジョンの飛躍とともにテレビジョン装置の工業方面への応用化の気運の増大は最も注目すべきものであろう。

テレビジョンの最大の特長は電信電話等による通信とは異り目的物又は現象を観察出来るという我々の感覚に最も直接的な手段を与えることである。即ちこれを工業等に應用すれば、監視、制御等は瞬時的な上に確実な信頼感を操作者に持たせ得るのである。

アメリカでは第二次大戦末期頃よりテレビジョンが工業方面に使用され始め、最近では更に運輸、医学、教育、軍事、商業、土木建築、水産漁業、事務管理等の各方面の分野に広く用いられるようになった。然しこのような進出は未だ年月も浅く今後どのような分野に進出するかは、にわかに予測し難いものがある。諸設備の拡大化、自動化、製造過程の分細化は遠隔制御の中央集約化を益々要求し、危険な環境からの作業者の保護及び能率向上等の点からもテレビジョンの活用が期待されるであろう。このように工業方面等に用いられるテレビジョンは

放送(又は商業)テレビジョン(Commercial Television)と区別され工業テレビジョン(Industrial Television, ITV)と呼ばれる。

以下我々は工業テレビジョンの概況と現在製作中の工業テレビジョン及び最近行つた実験に就いて述べる。

〔II〕 工業テレビジョンの原理

(1) 工業テレビジョンの基本的条件

テレビジョンを工業等の分野に應用する際要求される条件を列記して見よう。

- (a) 装置の価格低廉なること。
- (b) 動作確実なること。又目的に応じた感度又は絵の精密度を持つこと。
- (c) 操作者は専門家とは限らないので操作簡単にして保守に便なること。このため極度に精密度を尊重する商業テレビジョンと異り或る程度画像の精密度を犠牲にしてまで思い切つた省略を図り装置の簡易化、小型化を実施すること。
- (d) 堅牢にして運搬可能なること。
- (e) 使用部品は長寿命なること。これは特にカメラの撮像管に強調される。
- (f) カメラ部の諸調節は受像機部で行えることが望ましい。

* ** 日立製作所中央研究所

*** 日立製作所戸塚工場

(g) 或る程度以上の感度を持ち特殊の照明は不必要であること。

(h) 各分野にわたり応用されるので外界の状況に対して余り敏感でないこと。即ち耐震, 耐熱, 耐湿, 耐塵等の性質を具備すること。

(2) 工業テレビジョンの装置

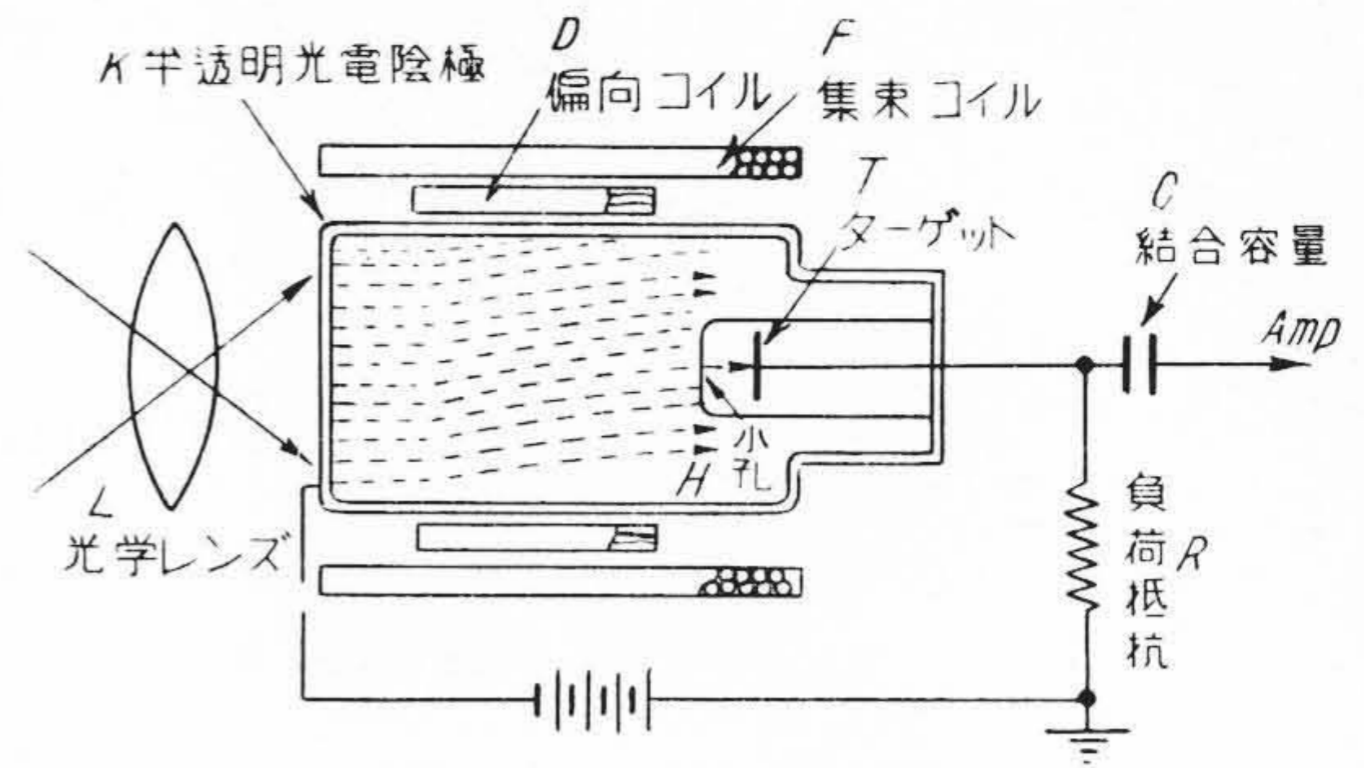
装置は通例カメラ部と呼ばれる送像機部とモニター部と呼ばれる受像機部(制御部を兼ねる)の二つの部分から成り立ち, この間を結ぶテレビケーブルによつて制御及び像の信号の受授が行われる。又は特殊の受像機部を必要とせず普通の家庭受像機に制御器を取付けて操作するようにも出来る。カメラケーブルは映像, 信号を送る同軸ケーブルと偏向用の同軸ケーブルの他にカメラ部の光学的乃至は電子光学的焦点合せ用の線, カメラ部の真空管の電源用等の線も共に含まれる。通例の使用方法では約 150 m 位であるが, 特殊な方法をとれば可成の距離までケーブルで伝達可能である。より遠距離まで伝達しようとする時はマイクロウェーブを用いて無線連絡をしなければならない。これらに就いての詳細は後述する。

(3) 像の信号発生—撮像管

工業テレビジョンの興味はその撮像管にあろう。テレビジョンが初期の時代から工業等の各方面に利用されることを期待されながら具体的実現が現在に持ち越されたのは, テレビジョン技術の一般的な不十分さがあつたとはいへ矢張り適当な撮像管の誕生を見なかつたことに起因するであろう。現在ではこの種の撮像管の発達はまだことに目覚しいものがある。工業テレビジョン用の撮像管としてはフィラメントや電子銃を持つていない電子解像管(Image Dissector)と光が当たると電気伝導度の変化する現象即ち光導電効果(Photoconductivity Effect)を利用したビディコン(Vidicon)の二つが主に用いられている。上記の撮像管に就いて述べる前にテレビジョン撮像管の発達の経過に就いて概観してみよう。

テレビジョンの原理は伝送しようとする光景を光学的な像に変え, この像を無数の絵素(Picture Element)に分解して, その絵素の一つ一つの明るさを“測定”してその“測定値”を伝送し, 受像側で“測定値”に応じて箇々の絵素を“明るさ”として再現することである。

現代のテレビジョンはこの絵素分解を回転円板や鏡車のような機械的方法によらないで, 純電子的に行つている。この純電子的分解法の仕方により撮像管は電子解像管と電子ビーム走査管の2種に大別される。前者は1925年頃より発展して来たものであるが, 原理的には機械的分解法をそつくり電子的分解法に移したものといえる。第1図は電子解像管の説明図である。 K は半透明光電陰極



第1図 電子解像管の説明図

Fig.1. Model Structure of Image Dissector

を放出し, この光電子は前面の電場により加速される。しかし小孔 H のために制限されターゲット T に射突するのは光電陰極面上の一小部分からの光電子に限られる。今 D なる偏向コイルを動作させ光電子に働く偏向磁場を与え K から放射される光電子流を縦方向と横方向に適当に偏向させる。この偏向を規則正しく行えば陰極 K 面の全面積が小面積—即ち絵素—ずつ分解走査されることになる。この時ターゲット T に流れる光電子流は箇々の絵素の明るさに比例しており, 映像信号電流となる訳である。この種の解像管は種々改良され, 特に Farnsworth はターゲットに到達した光電子を二次電子増倍器に導き著しく感度を増加させた。この種の解像管はフィルム撮像用として商業テレビに盛んに用いられ, 又工業テレビにも一部利用されている。

元来機械的走査法及び電子解像管の大きい欠点の一つは, 或る瞬間を考えると, 像の光のうち現在走査している一つの絵素だけが信号に転換させられていて他の残りの全ての絵素に当る光は捨てられていることである。それ故絵の精密度を増すため絵素の数を増して行くと即ち走査線の本数を増すと, それと反比例して光の利用率が減少してゆく。例えば走査本数を 525 本にすると光の利用率は数拾万分の1になつてしまう。

この点を改良し, 絵素の明るさの“測定”は走査の瞬間に行うが, その“測定値”は一つの走査の枠期間(1/30 sec)の“蓄積”された光の効果をあらわすような撮像管が出来れば光に対する感度は驚異的に増加するわけである。即ちこの考えによると像の光は余す所なく映像信号に転換されるわけであり, 絵素の数をいくら増加しても事情は同じことである。この方法は蓄積法, 又は積分法と呼ばれ, この原理を用いた撮像管は蓄積管(Storage Tube)と総称される。

この種の管の実現に始めて成功したのが Zworykin で, アイコノスコープ(Iconoscope)の発明がこれである。この劃期的なアイコノスコープを詳細に検討してみ

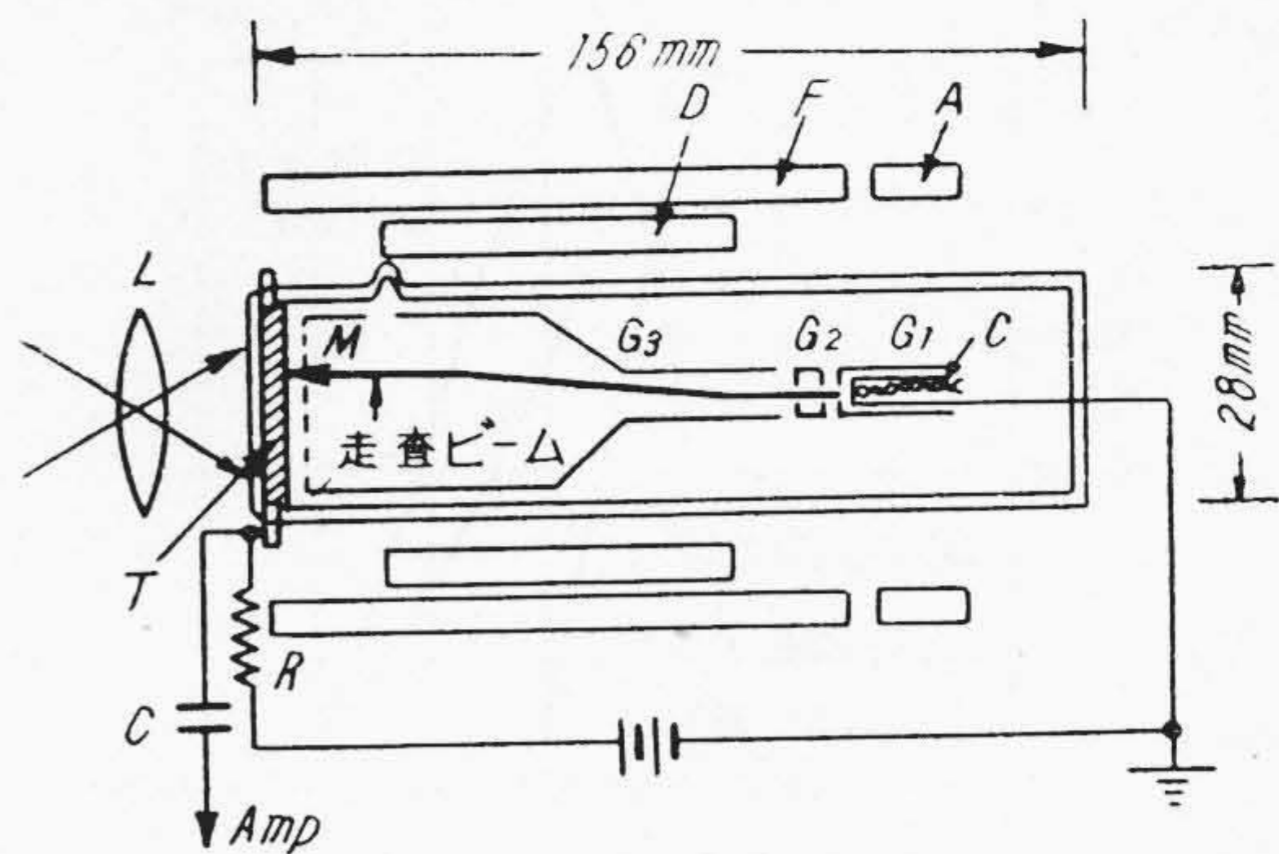
ると予想された如き 100% の蓄積効果を示さないことがわかった。これらの詳細に就いての記述は省略するがこの点に就いての改良が現在の撮像管の研究の主流といつてよいであろう。この過程に於てイメージイコノスコープ (Image Iconoscope), オルシコン (Orthicon), エミトロン (Emitron) 等が生まれ現今のイメージオルシコン (Image Orthicon) の誕生を見るに至った。このイメージオルシコンは蓄積の原理は高度に行われ、周知の如き高感度を示している。

併しこのイメージオルシコンは製作が極度に困難で従つて甚だ高価なものになる。且つアイコノスコープでも同様であるが操作も少々複雑でその上寿命の短い等の難点があり工業テレビジョンの撮像管には不向きである。

しかし最近 RCA ではイメージオルシコン等のもつ上述の如き難点を克服したビディコンと称する小型撮像管の製作に成功した。これを用いた送像カメラは工業テレビジョンに最適な条件を具備しているため一躍話題の中心になった。次にビディコンの原理と構造に就いて簡単に述べる。

電子解像管やアイコノスコープからイメージオルシコンに至る撮像管は何れも外部光電効果 (即ち光電子放射効果, Photoemission Effect) を利用したものであるがビディコンは光導電効果 (Photoconductivity Effect) を用いたものである。一般に光に対する感度は外部光電効果よりも光導電効果の方が大きいので撮像管にこれを利用しようとする考えは 1930 年頃からあつたが、撮像管に利用するためには感度の他に種々の制約がある。その一つは暗抵抗が十分高く絶縁体であるような光導電物質を用いなくてはならないことである。このような物質の研究が進んでいなかつたのでビディコンの誕生までは更に 20 年近くを要したわけである。

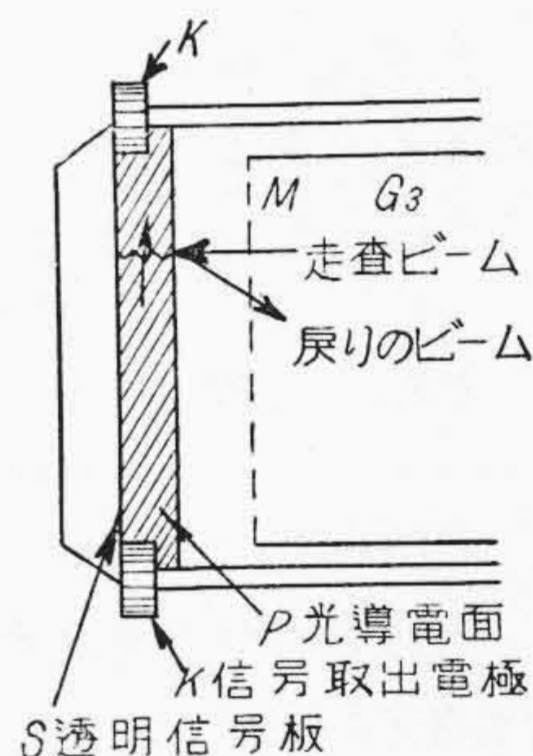
1吋型ビディコンは第 2 図に示すような構造をもっている。C 及び G_1, G_2, G_3 で電子銃を形成する。C は酸化物陰極, G_1 は電子流制御グリッド, G_2 は電子加速電極, G_3 はターゲットに射突する電子の運動を支配する電極, C から出た電子流は細いビームとなつて光導電物質のターゲット T に射突する。この場合のビーム加速電圧は 300 V 前後である。 G_3 の光端には 500 メッシュ程度のメッシュ M がとりつけてある。これは電子ビームが T に射突する直前に一様なる減速電場を与えるために設けられる。F 及び D はそれぞれビームの集束及び偏向コイル, A はビームの方向調整コイルである。光導電物質のターゲットは第 3 図に詳細に示すような構造を持つている。S はガラス板につけられた透明導電被膜 (Nesa と呼ばれる) で信号板 (Signal Plate) といわれる。P は光導電物質の薄膜で, K は硝子に熔封されたコバール (Kovar



C=陰極 (0V), G_1 =制御電極 (-45~100V),
 G_2 =加速電極 (300V) G_3 =ビーム支配電極 (200~300V)
 M=メッシュ, T=ターゲット (20~30V)
 D=偏向コイル, F=集束コイル, A=調整コイル
 R=負荷抵抗, C=結合容量, L=光学レンズ

第 2 図 ビディコンの構造図 (RCA 6198)

Fig. 2. Model Structure of Vidicon Camera Tube (RCA 6198)

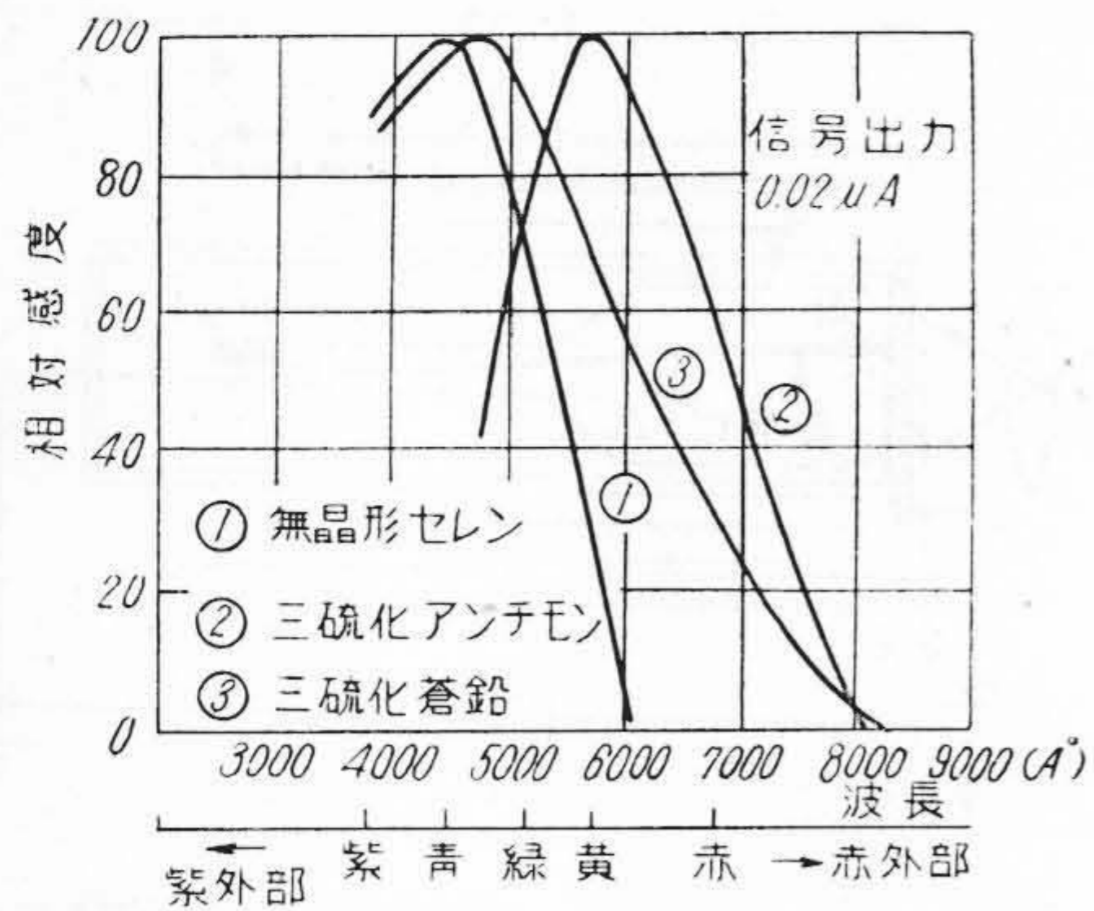


第 3 図
ターゲットの詳細

Fig. 3.
Photoconductive Target
of Vidicon Camera Tube

Metal) で信号取出し電極である。透明導電被膜 S は陰極に対して +30~10V の電位を与えられる。

次にビディコンの動作原理を簡単に考えてみよう。用いられる光導電物質は 300 V 前後の低速度ビームの射突を受けると二次電子放射比 δ が 1 より小さいため表面の電位は次第に減少する。光の入射を受けない時は絶縁体であるからこの電位は陰極電位とほぼ等しい電位まで下つて安定する。従つてこの時光導電物質の表面と裏面の信号板との間には可成りの電場が生じている。この時レンズ L を通して光が入射すると光の強弱に応じて導電性が生じ裏側の正電荷が光導電物質を通じて漏洩し一走査期間後 (1/30 sec) には電子銃の側の表面の電位は陰極安定電位より数ボルト高くなる。この時電子ビームがこの上を走査して再び陰極電位まで引き下げる。これによつて信号板に直結した負荷抵抗 R を通して面の電位即ち明るさに比例した電圧降下が生じる。これが映像信号である。この過程で必要なことは一走査期間中光導電面は電荷の蓄積を行い得る位抵抗は十分高くなければならない。又膜の厚さは電子ビームの直径よりも十分小さく膜



第4図 光導電物質の相対分光波長感度曲線
Fig.4. Relative Spectral Sensitivity Curves of Substances Used in Vidicon Camera Tube

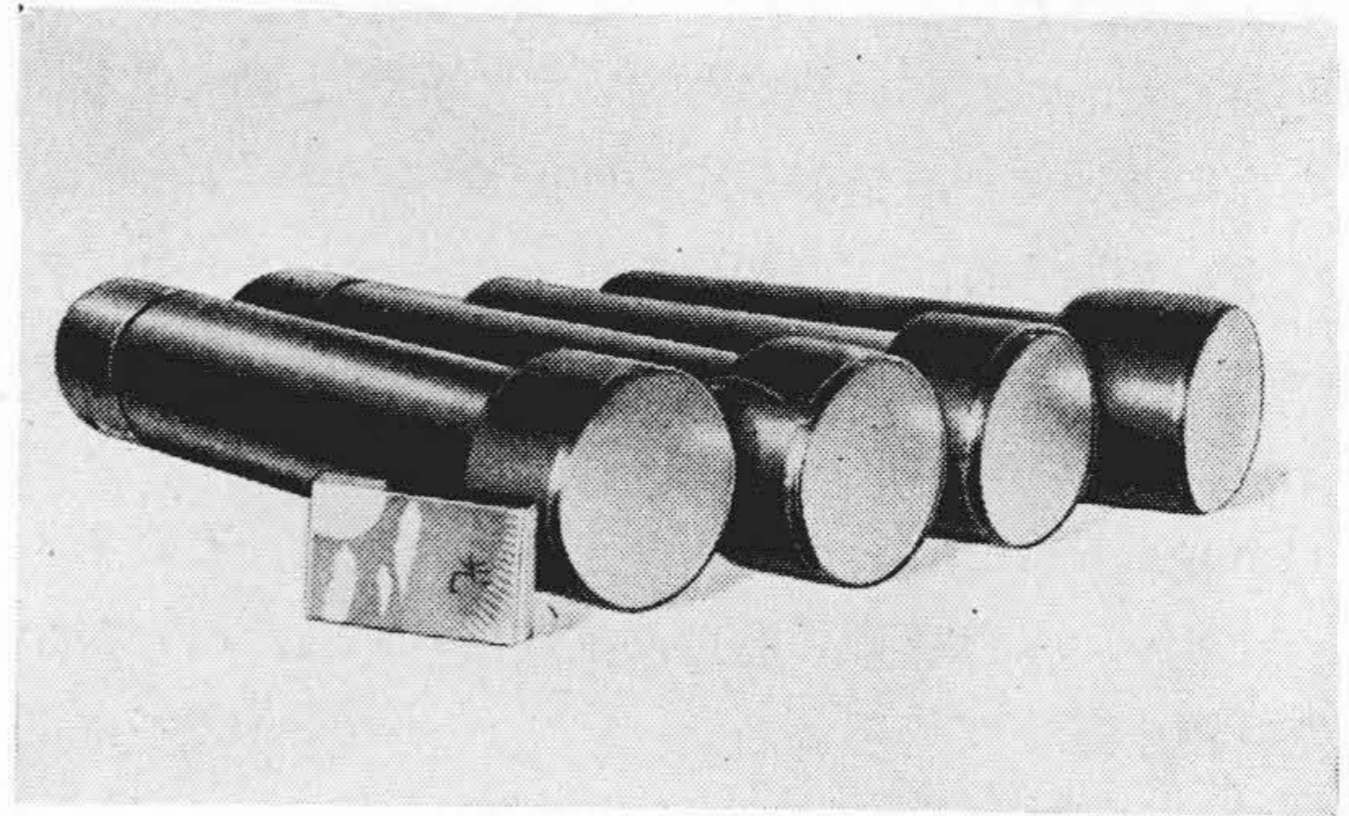
の横方向の電気伝導は無視出来る位でなければならない。

光導電物質として用いられているものは主に次のようなものである。

- (i) 無晶形セレン
(Amorphous Selenium) Se
- (ii) 三硫化アンチモン
(Antimony Trisulfide) Sb_2S_3
- (iii) その他

これらの分光感度曲線は第4図に示す。図中③の曲線は(ii)の改良型である。無晶形セレンは赤の方の感度を欠くが、他の二者はほぼ視感度に近い。これらの物質を用いたビディコンの感度はルーメン当り数百 μA にもなり分解能も最高600本位可能である。従つて $f:2$ の普通の16mm映画用レンズで100 lux位までの光景の撮像はとにかく可能で、何ら特別の照明をしない室内でも楽に用い得る。

又寿命の点からいうと無晶形セレンを用いたものはこれが結晶状態に転移しようとする傾向のため数百時間であり、温度も $35^\circ C$ を超えると更に著しい。併し三硫化アンチモン等を用いたものは2,000~3,000hr以上と推定される。又使用温度も $60^\circ C$ 位まで安全である。以上の如き優れた特長をもっているがこれらの光導電物質の電気伝導の性質上移動する光景に対して残像効果があつたり、急に物体の明るさが激変すると受像に黒白の反転を生じたりしてイメージオルシコン等と比べて欠点とされている。このため商業テレビジョンには幾分不向きであるが、工業テレビジョンには何等差支えない。又これらの欠点は早晚解決されるであろう。日立製作所ではRCAの技術を取入れ又NHK技術研究所と共同でビディコンの研究を進めている。



第5図 日立3吋ビディコン
Fig.5. Hitachi 3-inch Vidicon Camera Tube

〔III〕 工業テレビジョンの構造

撮像管としてビディコンを用いた工業テレビジョンの構造に就いて簡単に述べる。工業テレビジョン装置としては種々の形式が可能であるが、撮像管を含むカメラ部(送像機部)と、制御部を兼ねた受像機部の二部分から成立ち、この間を標準テレビケーブルで結び信号の送受を行うような形式が一般的なものであろう。

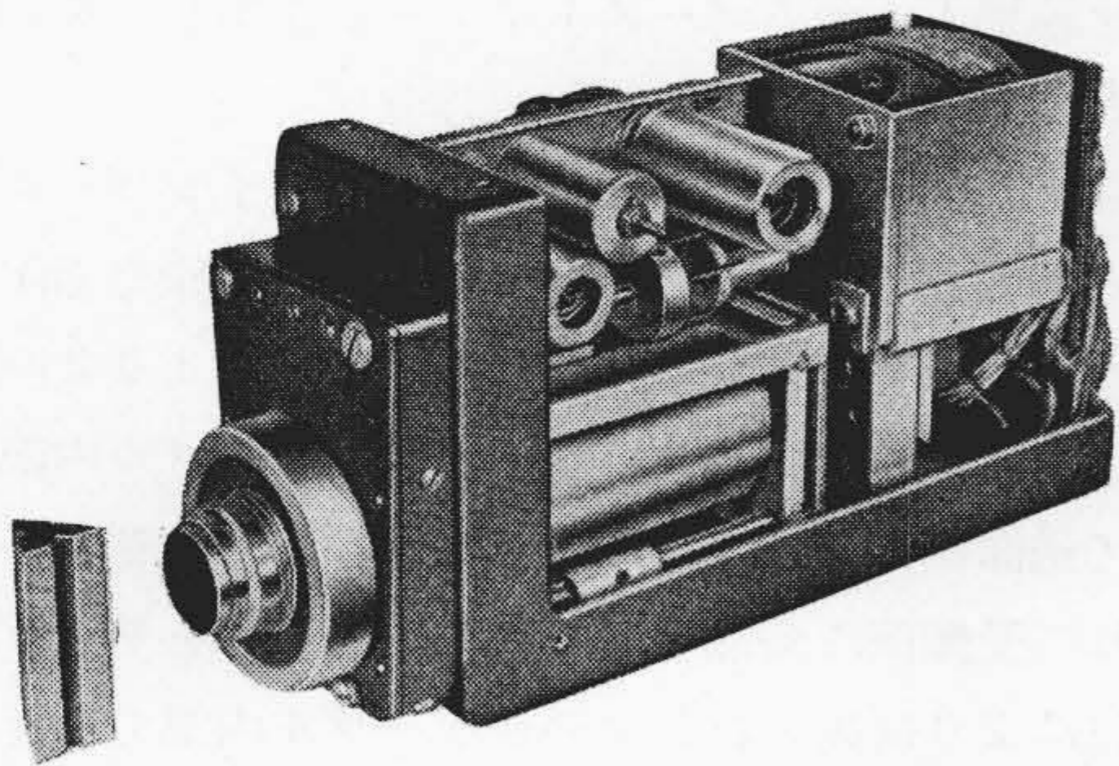
(1) カメラ部

カメラ部は撮像管ビディコン、映像信号の前置増幅器、帰線消去信号増幅器、光学レンズ系及びこれの焦点或は絞り調節用のギヤモータ等から成立つ。ビディコンの集束磁場及び調整磁場は永久磁石又はコイルの何れを用いてもよい。レンズは通例の使用では市販の16mm映画用標準レンズを用うるが、特殊な場合には望遠又は広角レンズと交換可能である。映像信号は増幅されてケーブルで受像部へ、又受像機部からの帰線消去信号は増幅されてビディコンの陰極又は第1グリッドに与えられ走査電子ビームの制御を行う。第6図はカメラ部を示したものである。

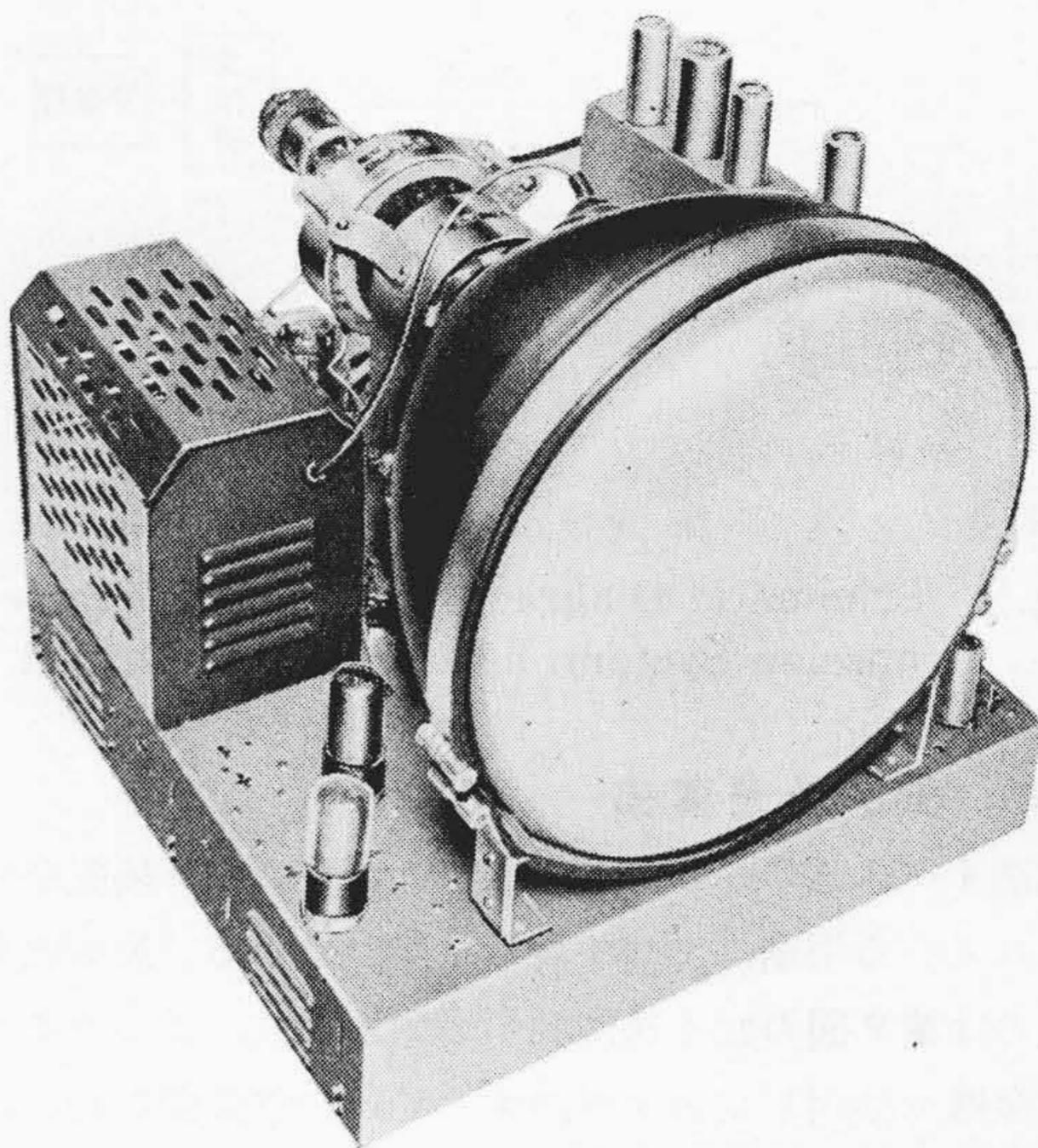
(2) 受像機部

受像機部は映像信号増幅器、同期信号の発生及び成形回路、偏向回路、各種の電源、受像管及びR.F.発振器(無線周波発振器)等から成立つ。

増幅帯域は4~5Mcである。同期回路は数段のブロッキングオッシレータからなり走査に必要なすべての周波数をつくる。こゝから水平及び垂直の同期信号は偏向回路に送られビディコン及び受像管の偏向ヨークに支えられる。同時に帰線消去信号が形成される。受像管は12吋又は10吋の電磁偏向型を用うる。受像機部には又一般の家庭受像機が附加され共通で受像出来るようにR.F.発振器を具え商用周波数にテレビ信号をのせ得るようにしてある。第7図は受像機部のシャシー部を示す。第8図は工業テレビジョンの回路系統図の一例を示す。



第6図 カメラ部外観図
Fig. 6. External View of the Camera
(Cover Removed)



第7図 受像機部シャーシ外観図
Fig. 7. External View Showing the Chassis
of the Receiver

〔IV〕 信号伝送方式

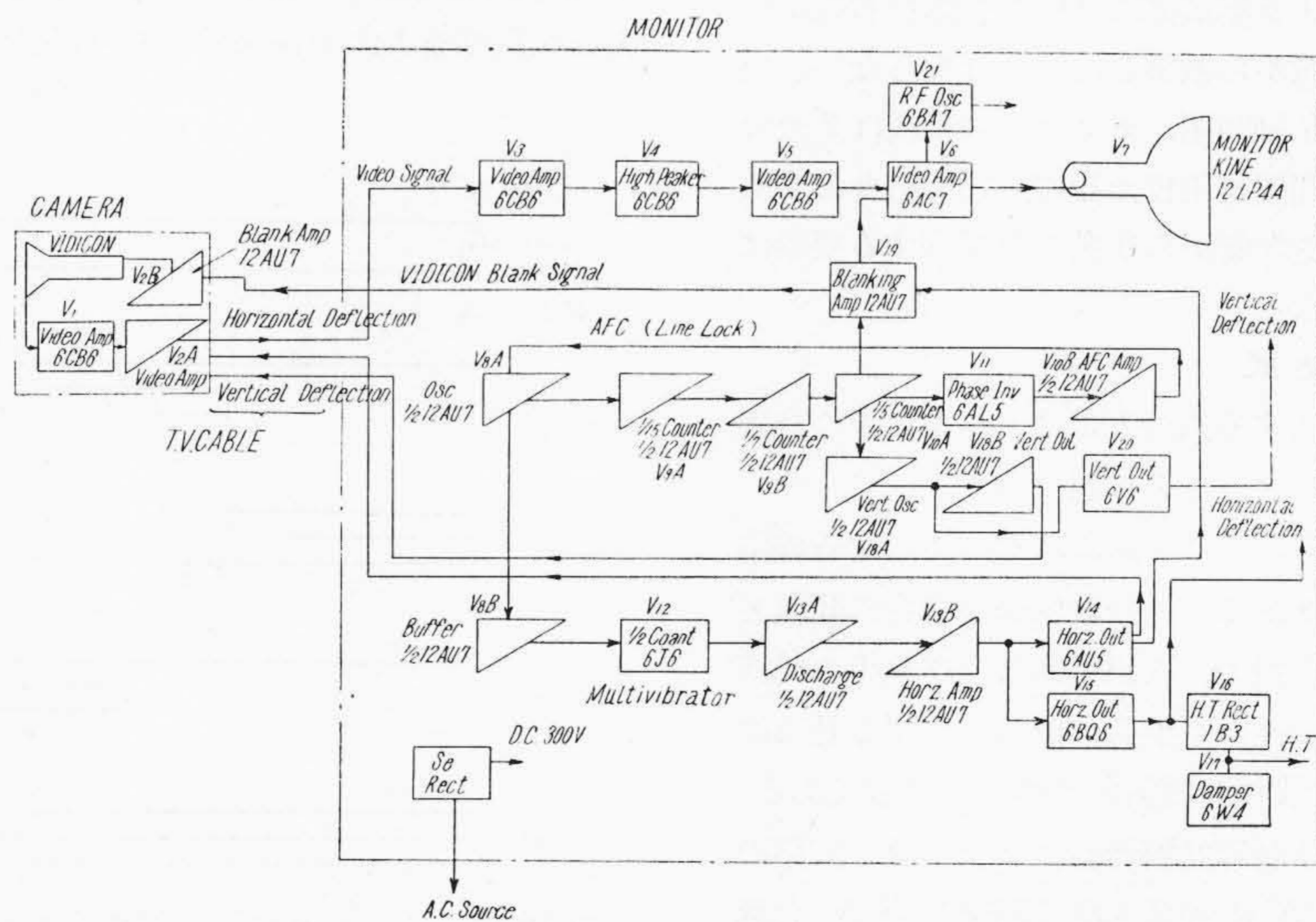
前述のように通常の工業テレビジョン装置ではカメラ電源、同期信号発生器、受像機は同一筐体又は同一箇所におき、これとカメラ部との間を同軸ケーブルを含んだカメラケーブルで接続し、カメラ部及び受像機部をそれぞれの希望の位置におきカメラ部の制御を受像機部で行いながら使用する。

併しながら撮像したい被写物とこれを観察したい場所が数百メートル以上も離れている時はカメラ部の電源と同期信号発生器を送像機側におき、こゝから送られる映像信号を受像機側で受ける。

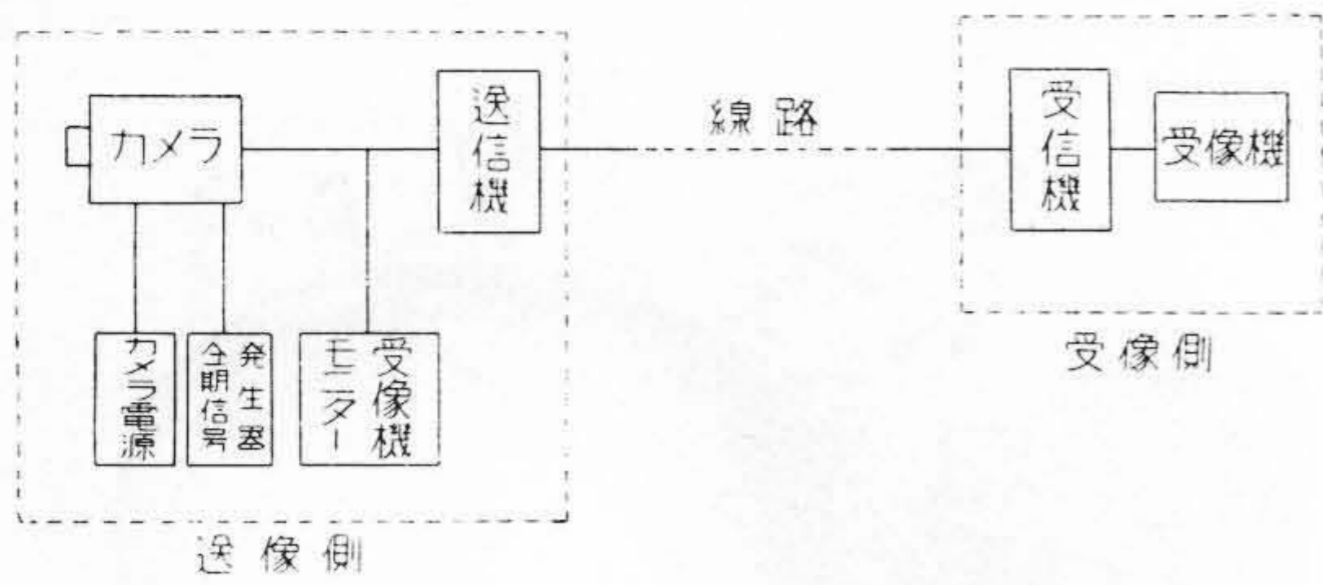
(1) 映像信号伝送方式

映像信号の伝送方式として直接伝送方式と搬送波伝送方式とが考えられる。即ちカメラ部から送り出される映像信号をそのまま饋電線又は同軸ケーブルによつて伝送

する方式と、この映像信号を搬送波に変調させて無線又は饋電線、同軸ケーブル等の有線によつて伝送する方式とである。工業テレビジョンに於てはその映像信号の伝送帯域は通常 0~4 Mc 程度を要求されるので映像信号を直接伝送する場合には当然回路の周波数減衰特性及び周波數位相特性による影響を受ける。従つて簡単な補償回路によつて、遠距離まで延ばすことは極めて困難である。多くの場合この映像信号を VHF 以上の搬送波に変調させ無線或は有線によつて伝送する方式がとられる。



第8図 ITV 回路系統図の一例
Fig. 8. Example of Schematic Diagram of ITV



第9図 遠隔制御を行わない伝送方式
Fig. 9. Schematic Diagram Showing the Transmission System, not Remote-Controlled

(2) 伝送信号要素

伝送すべき信号の要素は、工業テレビジョン装置が要求されている用途によつて著しく変つてくる。最も簡単なものは第9図の如く送像側が主体となり、ここでモニタ受像機を使用してカメラのすべての調整制御を行い、完全な映像信号を受像機側に伝送し、受像側ではその受像機の調整のみを行うことにより観察する場合である。即ちこの場合には伝送すべき要素は単に送像側から受像側へ片送りされる映像信号のみであり、従つて信号を伝送する装置としては送像側の映像信号送信機と受像側の映像信号受信機があればよい。

併しながらこのような使用方法では受像側の観察者は単に送像側の操作者の意志によつて伝送されてくる現象を眺めるだけであつて、自己の希望する現象を確実に握把することが出来ず、且つ余分な操作人員を必要とするので特別な用途を除いては余り用いられない。

通常は受像側の観察者がカメラ部を遠隔制御して最も希望する状態で観察を行うことが要求される。従つてこの場合には最小限カメラ部調節に必要な要素を有線或は無線を利用して受像側から制御しなければならない。更に送像側電源の遠隔制御開閉、カメラの回転或は2台のカメラ切り換え、夜間観察用投光器の開閉も必要とすることが屢々起るので受像側から送像側を制御する要素は相当に複雑なものとなる。

(3) 伝送回路方式

上記の諸特性を伝送する回路方式はこれを大きく有線方式と無線方式とに分けることが出来る。

有線方式による映像信号の伝送にはその使用する線路を十分吟味する必要がある。遠距離伝送の場合に問題となる要素は線路の減衰損失、入出力回路及び途中の局所的インピーダンスの特性の不整合、線路に生ずる誘導妨害雑音、その他線路架設後の電氣的機構的な事故である。

線路の減衰損失及び誘導妨害雑音はビデオン回路の S/N 、受信回路の S/N に加算されて回線の S/N を低下させ、これを補うために送信出力の増大を要求される。

インピーダンス特性の不整合は受像側に反射波形を重

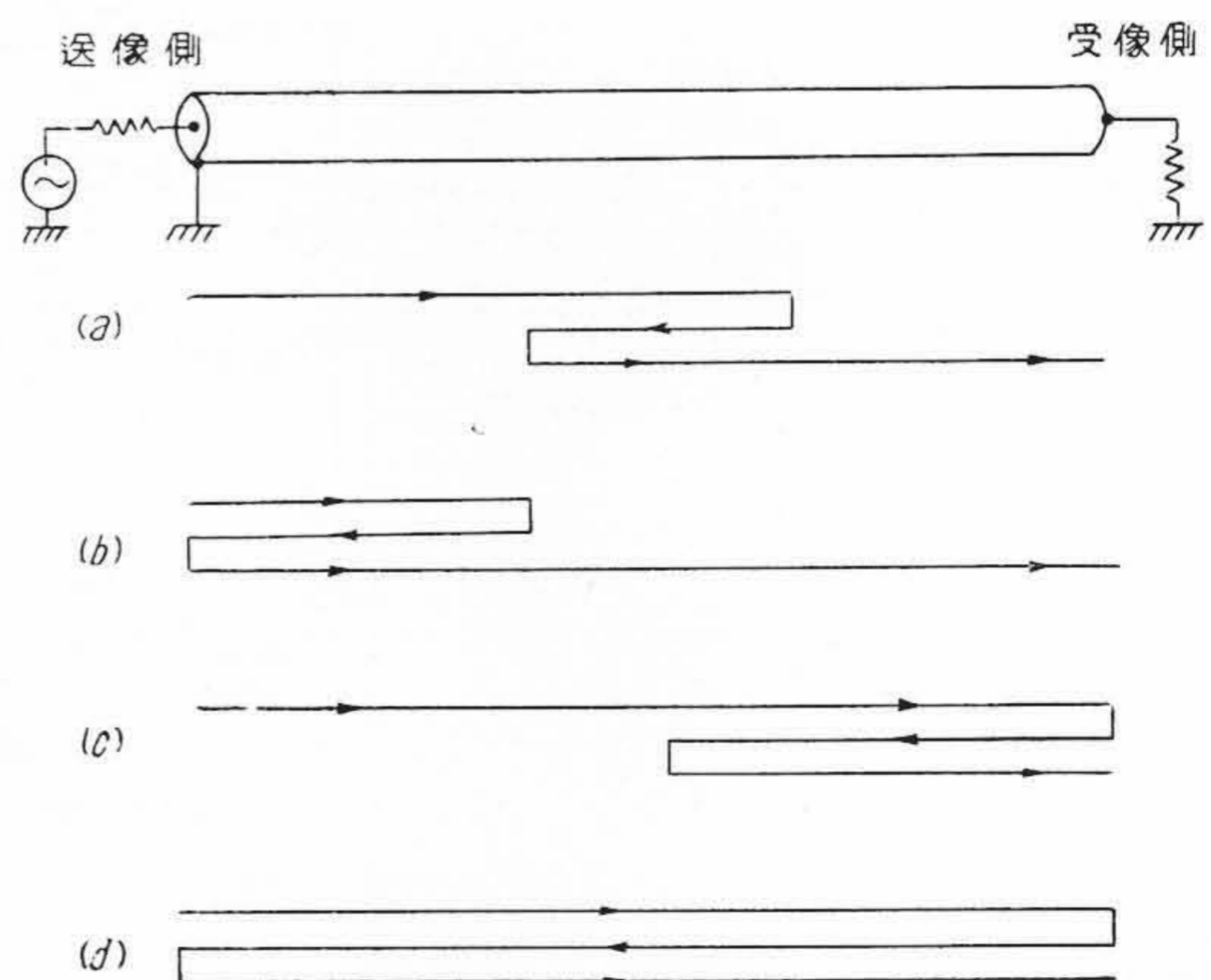
畳させ観察する像にゴーストイメージを生じてその明瞭度を害する。

高周波同軸ケーブルを使用した場合のインピーダンス特性の不整合による信号の反射は第10図の如く (a) ケーブル内部のインピーダンス特性の不均一により2回又はそれ以上反射して到達するもの、(b) ケーブル内部で反射して送像側に戻り送像側とケーブルとの不整合で再反射されて受像側に到達するもの、(c) 受像側とケーブルの不整合により反射されたものがケーブル内部で再反射されるもの、(d) 送像側及び受像側とケーブルとの不整合により2回反射して受像側に到達するもの等が考えられる。その反射量は使用周波数、ケーブルの構成、長さ、減衰量、特性インピーダンスの不均等度、送端側及び受端側の整合度等により定まつてくる。VHF の搬送波を使用して1~2kmの距離を伝送する通常の有線方式では送像側或は受像側のケーブルとの不整合が著しい場合は (b) 又は (c) による反射が問題となるが、この点に考慮を払えば S/N を数拾 db に抑えることは左程困難でない。

第1表にこの種の用途に用いられる2~3の高周波同軸ケーブルの特性例を挙げる。

無線方式による映像信号の伝送にはその周波数占有帯域が広い為、電波の割当てられ得る周波数を考えると大体マイクロウェーブを使用することになる。

遠隔制御要素の伝送には通信線、通信ケーブルを使用して行うことが出来るが、(2)の例に示したように映像信号伝送用高周波同軸ケーブルに周波数を違えて重畳させる方法もある。又この制御要素のみを受像側から送像側に送るために無線を使用することも考えられるが、この場合には大体電話一通話と同等の帯域幅を持たせれば必要な全制御要素は十分送ることが可能である。



第10図 インピーダンス不整合による反射状態
Fig. 10. Reflecting Mode of Signal due to Impedance Mismatch

第11図

精密度に関する当価距離，等価係数 10 の場合を例示。広角レンズを用いても望遠レンズを用いても同一画面に対する明瞭さは変わらない。

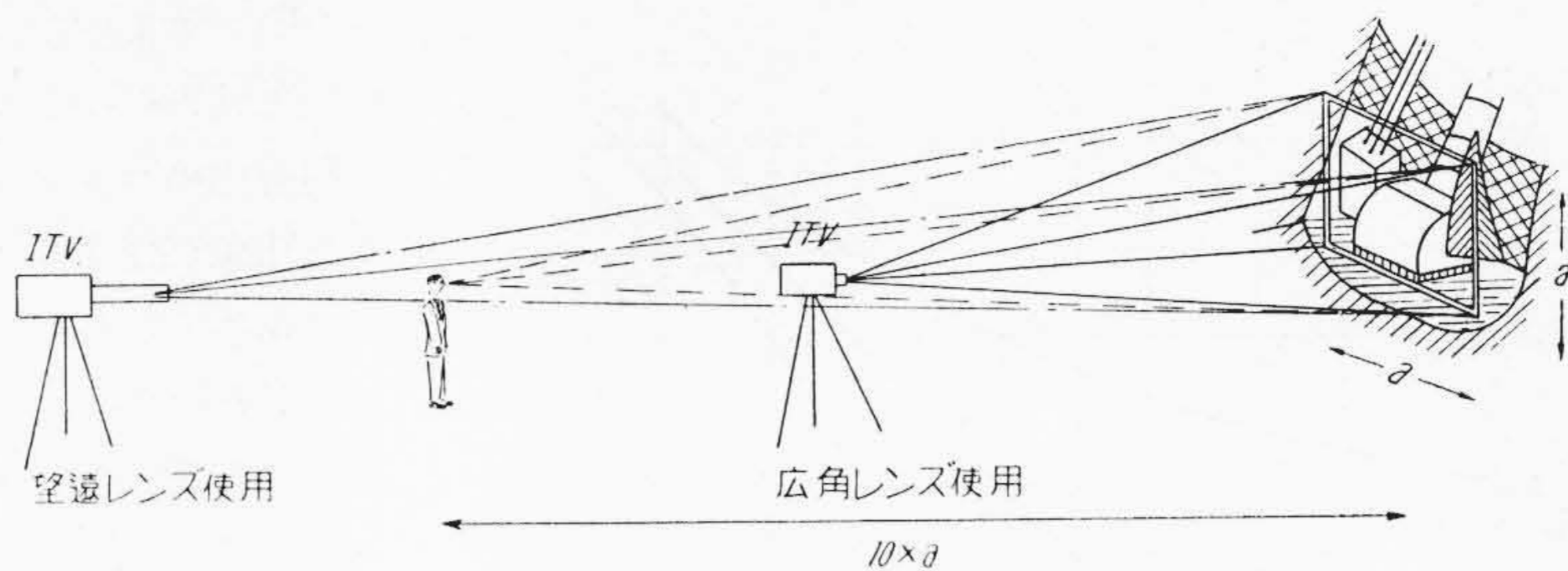
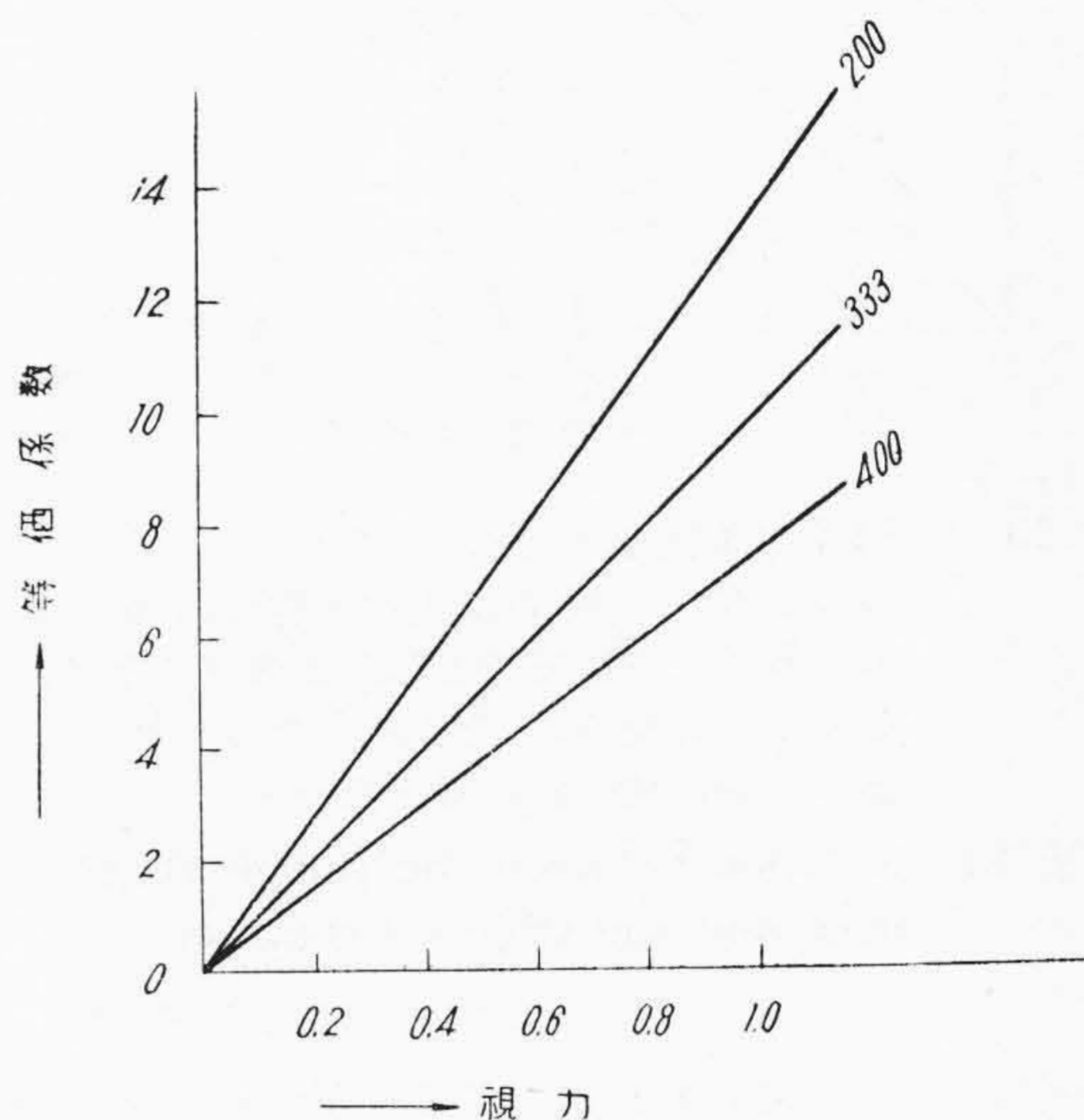


Fig. 11.

Equivalent Distance for Image Definition

第1表 高周波同軸ケーブル例
Table 1. Some Examples of H.F. Coaxial Cables

ケーブル種別	10C-2V (ポリエチレン充実型)	特殊 3.0φPVシース (ポリエチレン充実型)	特殊 2.6φアルミシース (ポリエチレン紐型)
中心導体	材質 軟銅撚線 外径 1.5 mm	材質 軟銅撚線 外径 3.0 mm	材質 軟銅単線 外径 2.6 mm
絶縁体	材質 ポリエチレン 構成 充実型 外径 9.6±0.4 mm	材質 ポリエチレン 構成 充実型 外径 20.0 mm	材質 ポリエチレン 構成 紐コルデル巻 紐径 4.5 mm
外部導体	材質 軟銅線編組 構成 24/10/0.2 mm 外径 10.6 mm	材質 軟銅線編組 構成 0.26 mm	材質 アルミ 構成 厚さ 1.2 mm 外径 16.4 mm
保護被覆	PVC	PVC	なし
仕上り外径	13.0~14.0 mm	25 mm	16.4 mm
概算重量(kg/km)	230	500	180
インピーダンス(Ω)	75±3	75±3	75±3
減衰量(db/km)	1Mc 5 10Mc 16 30Mc 29 100Mc — 200Mc 80	— 7.27 13.47 27.69 43.19	2.47 8.05 14.34 27.52 55.03
波長短縮率(%)	67±2	66	88



第12図 各視力の人々がITV視の精密度の推定実験を行うとき採用すべき等価係数，パラメータは使用ITVの実際の分解本数

Fig. 12. Relation of the Visual Acuity with Equivalent Coefficient

以上工業テレビジョン装置の遠距離伝送に関する各種方式を説明したが，その何れの方式によるべきかは立地条件に伴う性能的，経済的比較によつて決定されるべきものである。

〔V〕 工業テレビジョンの光学的性質

以下工業テレビジョンによる観察の特長を肉眼による観察と比較しながら述べてみよう。

(1) 昼間の観察

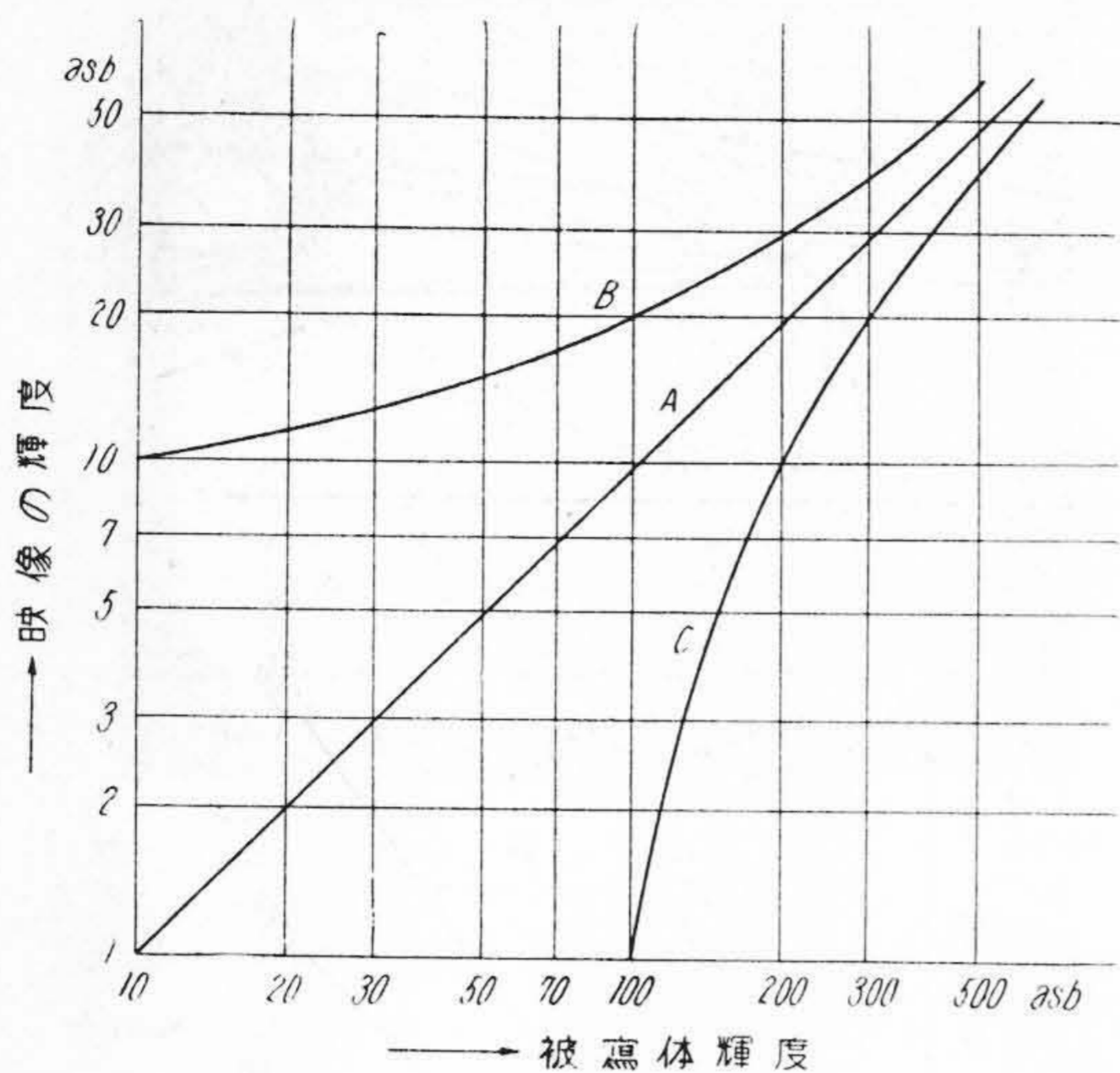
現在の工業テレビジョンでは昼間十分明るい照明条件のもとで静止した光景を受像し，その像を視力1.0の人が見た場合の精密さは，その光景の拡りの大略10倍の距離からその光景を観察した場合と同程度である(第11図)。今この距離を精密度に関する等価距離，これを算出する際視野の拡りに掛ける係数を等価係数と呼ぶことにする。この等価係数は装置の解像度と観察の視力によつて定まり，その関係は大略第12図の如くなる。カメラを固定してレンズの焦点距離を変えると視野の拡りが変化

するから等価距離即ち像の精密さは変化する。従つて工業テレビジョンで観察の対象が固定している時はレンズ交換はしなくてもよいが，対象が変化する時はレンズの交換も必要となるであろう。又昼光の広い照度変化に対して良好な映像を得るためにはレンズの絞りの制御が必要である。又運動している物体を観察する時はビデオコンの光電的性質のため残像の現象が目立つ。特に解像度ぎりぎりの微小物体の運動は背景とのコントラストが強い時は残像のため観察し易くなるがコントラストの弱い時は観察困難となる。

(2) 夜間の観察

我々が $f:4$ レンズを用いた実験によると，昼夜同様に明瞭な観察を行おうとすると，夜間照明の最低必要な照度は 300~500 lux，電氣的雑音等悪条件のある所では 1,000 lux 程度必要であつた。

従つて夜間の使用も考慮する時は次のような対策が必要となる。第一に明るいレンズの使用である。併し現今の写真レンズは元来レンズと感光膜間の屈折率が空気と



第13図 ITV の使用法による映像のコントラストのつき方の一例。Aは実物と像と同様であるがBのように使うと陰影があさくなり、Cのように使うと、その逆になる。目的により適宜に使えば良い。

Fig. 13. Relation between the Image Brightness and the Object Brightness

等しく1であるとの前提に立つて設計されている。これに対して撮像管の場合は、この間に数ミリの硝子管壁が入ってくる。そのためレンズ絞りを $f:4$ より明るくすると像が目立つて悪くなる。よって撮像管用としての明るいレンズの設計が必要となり、又これに対してビデオコン硝子細工の精度の向上もはからねばならない。第二に照明法の検討である。即ち現在の工業テレビジョンでは像は黒白のコントラストで見るものであり、且つその機構上増幅度が低いものであるから観察視野中の注目すべき対象物以外は出来るだけ暗く保つ必要がある。もしこの条件を満すならば上述の必要照度は $1/2 \sim 1/4$ 程度に節約できる。

(3) カメラの据付法

使用目的に応じて被写体が決定されたら次のことを検討すべきである。

(i) 画面全体として使用し得るコントラストの範囲。肉眼は視野内での $100:1$ のコントラストの範囲までながめ得るが、写真では $40:1$ 、テレビでは $20:1$ 程度である。従つてこの範囲内で十分観察出来るよう工夫する。

(ii) 被写体の明暗と映像の明暗の関係特性。ビデオコンのターゲット電位、コントラスト(増幅度)、ブラウン管の輝度の三者の総合調整により第13図の如く被写体と像の明暗の関係を種々変えることが出来る。

(iii) 画面内各部でコントラストが極端にちがうため相互に悪影響を及ぼし映像が悪くなることはないかどうか視野内のコントラストが強い時はテレビジョンでは特異な現象が生ずる。例えば強度の黒白の境界で暈状のカブリを生じ、真黒な広い部分の真中に明るい雲状のものが生じたりすることがある。これらは何れも撮像管の種類によりその特性から生ずるものであつて、被写体のコントラストが強い時多く生ずるもの故、不必要に明るいものを視野の中に入れぬよう注意すれば大部分防ぎ得るものである。

(iv) 画面の各部分が必要な明瞭さを以つて判別出来るかどうか。我々が肉眼で観察する時は、色相、彩度等の差で見分け易いものが、明度の差だけで見るテレビではこの見分け易さが低下することが多い。このような場合対象物が人工物ならば明度差の加わるよう塗装を工夫するとか、天然物ならばカメラに濾光板を加えるとかの対策も必要となろう。

〔VI〕 工業テレビジョンの応用

(1) 使用法の類別

工業テレビジョンの使用法はその実際面から種々の立場で分類することが出来る。

(A) 局所型と全般型

従来監視人がその現場において詳細に監視したり、或いはその必要がありながら作業環境等の関係で実現出来なかつたような対象に対しては、狭視野でよいから十分精密に観察出来るような工業テレビジョンの使用が望まれる。この場合の特長は、映像の性質は肉眼で直接見たものとコントラストその他に於て或程度の差異を持つていても、使用目的に対して精密度が十分高いことが望ましい。この場合の使用法は性能を精度で表示する工業計器に類似している。

これとは対照的に、比較的上級の管理者が管理対象の総合的状况を把握して総合判断の資料にするような使用法がある。この場合、視野内の箇々の事物の見え方よりも、その総合的実感が良く観察出来るような据付調整が必要である。

(B) 近距離型と遠距離型

工業テレビジョンではカメラに人がついておらず、一度据えつけたならば使用上の調整は一切受像機部から遠隔制御出来るようにしている。併し例えば同一プラント内での観察と、数キロもはなれた場所の観察では、単に信号伝送方式だけではなく、視野の選択又は補助設備等には当然差異があるであろう。前者では状況の変化等に応じて観察法その他を変更したい時はカメラ又は対象物の所まで行ってこれに対応した措置が取り得る。併し後者

の場合では生じ得るすべての変化を予想して、何れの場合にも一応目的を達し得るよう設計しておく必要がある。

(C) 屋内型と屋外型

屋内物を対象とする場合、気象条件等の配慮が比較的楽になるばかりでなく、照明並びに背景等を工業テレビジョン使用にふさわしいようにすることが容易で、四季、昼夜を分たず良好な監視状態を続けることが可能である。

これに反して屋外物を対象とする場合は、昼間だけを考へても晴雨又は時刻により著しく照明の明るさ並びに配光分布が異なる。又特に背景として空が入る場合は視野のコントラスト分布に桁違いの変動がある。勿論季節差も大きい。更に夜間照明に就いても各種の制約を受け近接し得ない対象に就いては指向性の強い照明しか使用出来ぬ場合が多い。これらの諸条件のもとで前章の据付に関する諸条件を満足させることは誠に困難である。遠距離屋外物を対象とする工業テレビジョンの据付けには商業テレビジョンとは全く別の分野の総合的研究に基く技術が必要である。

(D) 特殊条件型

発光体、特に指向性の配光曲線をもつ発光体を観察する場合には特別の考慮が必要である。カメラ位置の選択は性能に及ぼす影響が大きいし、補助的視野を人工的に追加することにより、映像の質を向上し、これによる判断の能力を著しく増大させることが出来る。

高温場所や夏季に於ける使用ではその冷却の問題も重要である。問題は主としてビデオンの光導電面の劣化である。この光導電面物質の研究は日進月歩であるが、現在実用されている物質では最高安全温度は $55\sim 60^{\circ}\text{C}$ である。カメラ据付の際勿論気温の上昇にも注意を要するが、それよりも大切なことは視野内に入った物質からの熱線がビデオンを照射しないよう配慮しなくてはならない。

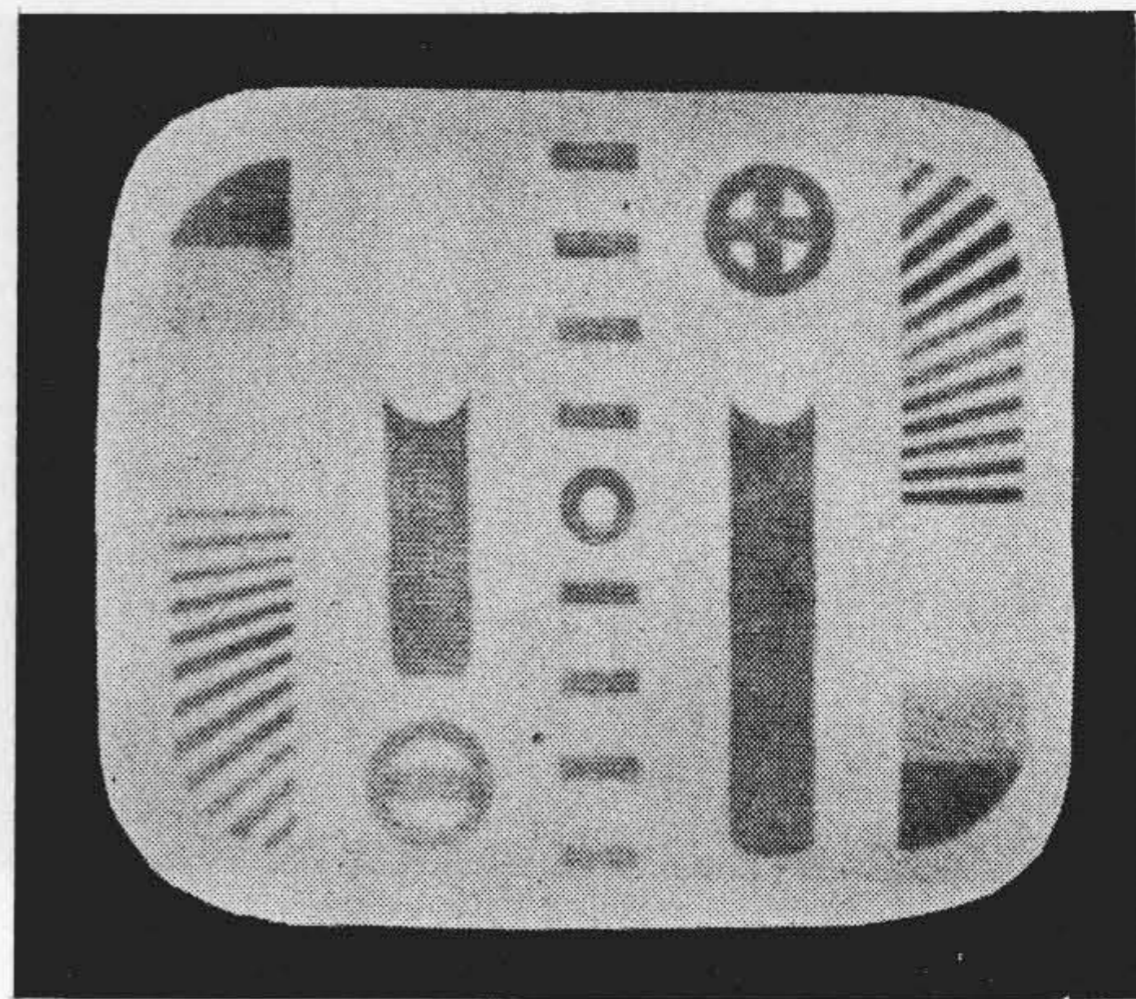
(2) 使用例

以下我々が設計の経験をもつ若干の例に就き説明する。

(A) 火力発電所

(i) 水位計の監視 (第14図)

ボイラの水位監視は極めて重要であるから、遠隔指示計器や自動水位調整装置等万全の方策が整つていても、水位計を直接見るといふことは極めて有意義である。例えば従来は反射鏡等で数十メートルの距離の間光を引っぱり廻して運転台で監視するので極めて見にくかつた。ここに工業テレビジョンを使用するのは典型的な局所型、近距離型で指向性の配光曲線を持つ発光体の場合に



第14図 ボイラの水位計
二本の縦棒が水位計 (黒:水有, 白:水無) その周囲は監視の确实を期するための補助視野

Fig.14. Image of Water Level of the Boiler

相当する。設備箇所が高温なので冷却に若干の問題があるが、その他の条件は工業テレビジョンの使用し適し、適当な補助視野を追加すれば信頼度も向上し、水位を 1mm 程度の精度を以つて監視可能である。

(ii) 煙突の煤煙状況 (第15図)

これは全般型、近距離屋外型に属する。近距離なので取扱いは比較的楽であるが、背景が空なので全般の適切な把握を常時行い得るには、据付法の設計に於て屋外型のいくつかの問題を解決せねばならない。例えばコントラストの調整不良のために晴天の日のうす煙が、黒煙濛々の映像に見えたら使用価値は激減する。

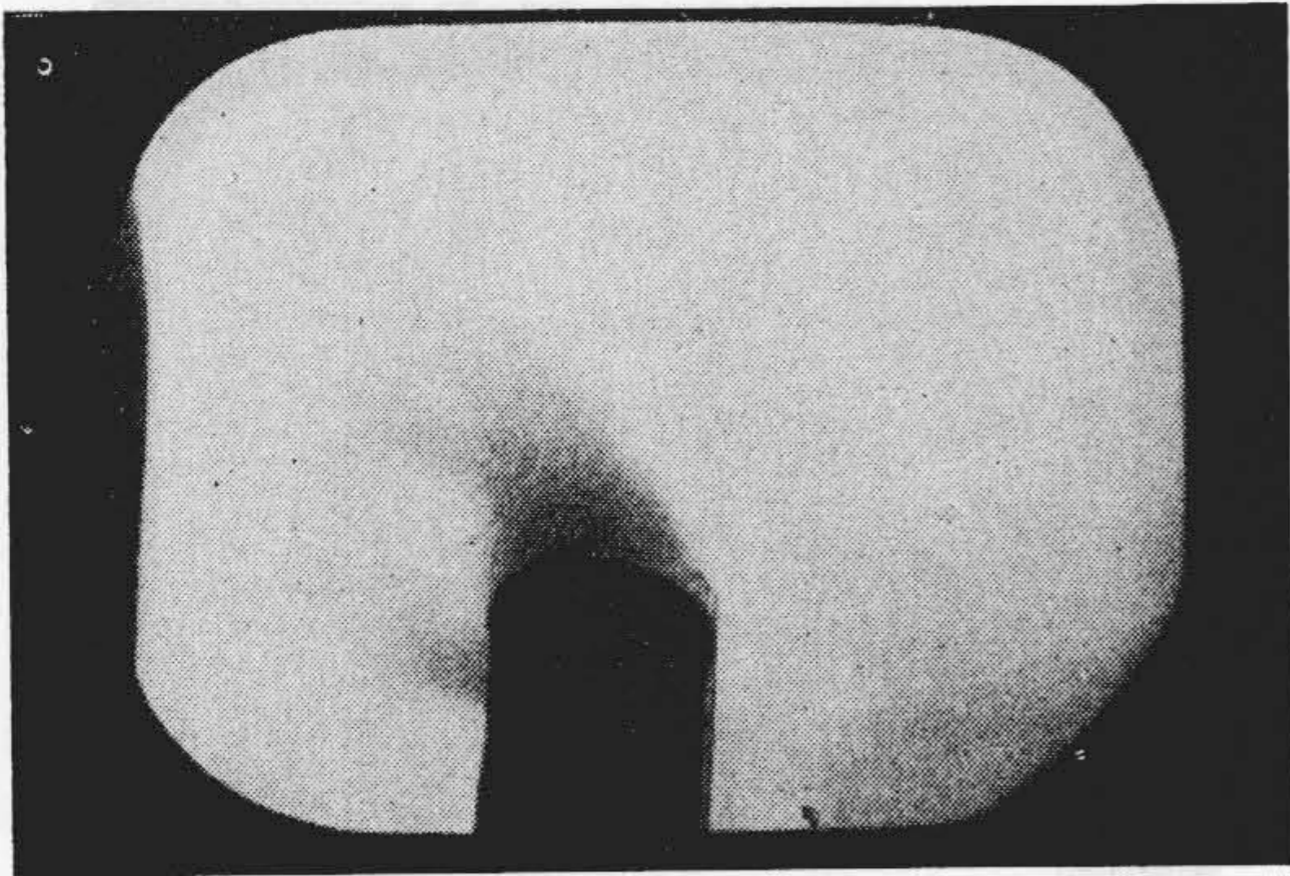
(iii) ボイラの燃焼状況監視 (第16図)

これは何をみるかが問題である。局所的に燃料ノズルを見る行き方と、全般の燃え方を見る行き方とある。前者は比較的問題はないが、後者ではメラメラしている焰となるので特殊の考察が必要であり、運動体の取扱い方として更に研究せねばならない。何れにしてもボイラの壁に監視窓をあげねばならないこと、適当な耐熱装置及び熱線除去を行う必要があり又ボイラの構造により監視すべき重点が異なる故ボイラ製作関係者と密接な連絡がないと総合的な好結果を得ることがむづかしいであろう。

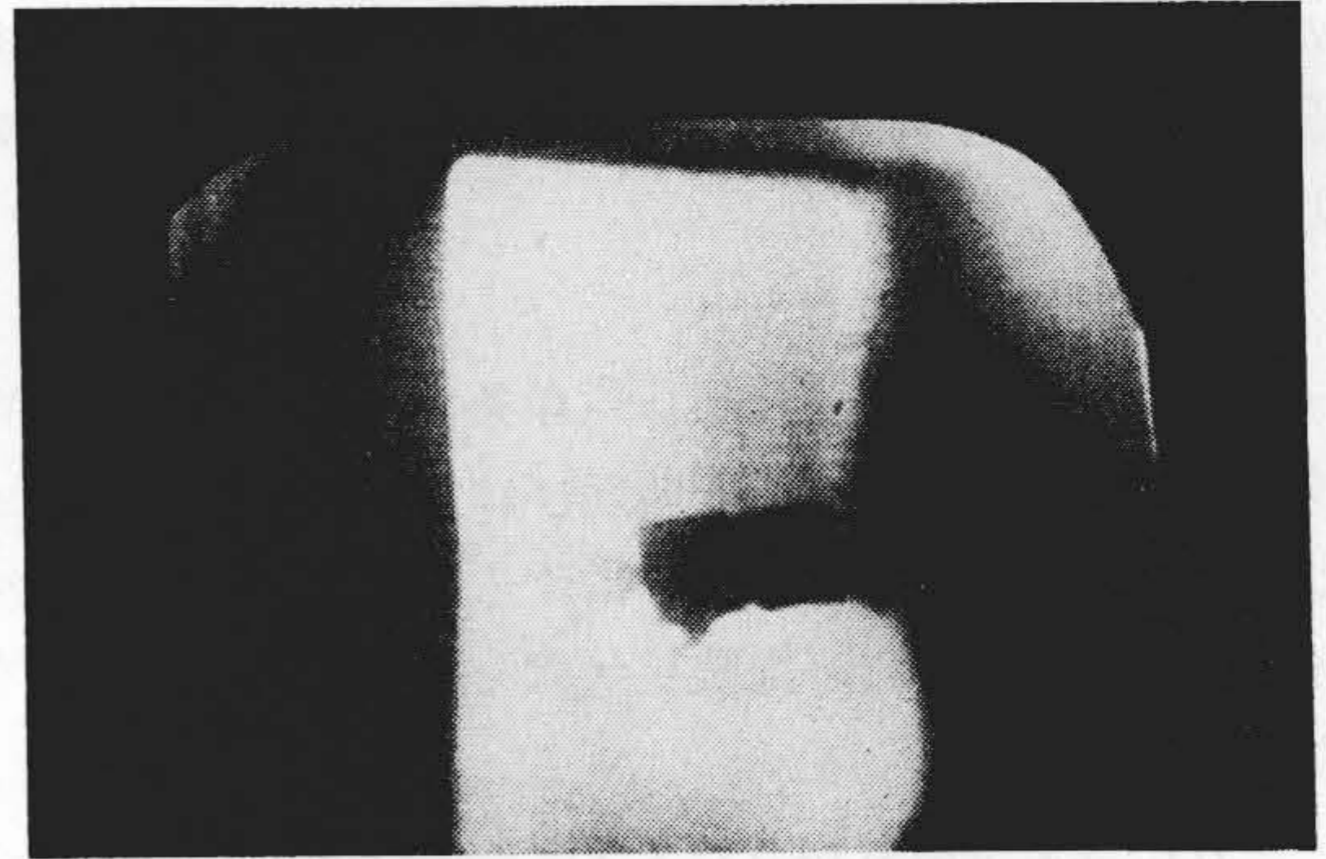
(B) 水力発電所

(i) 無人発電所の監視

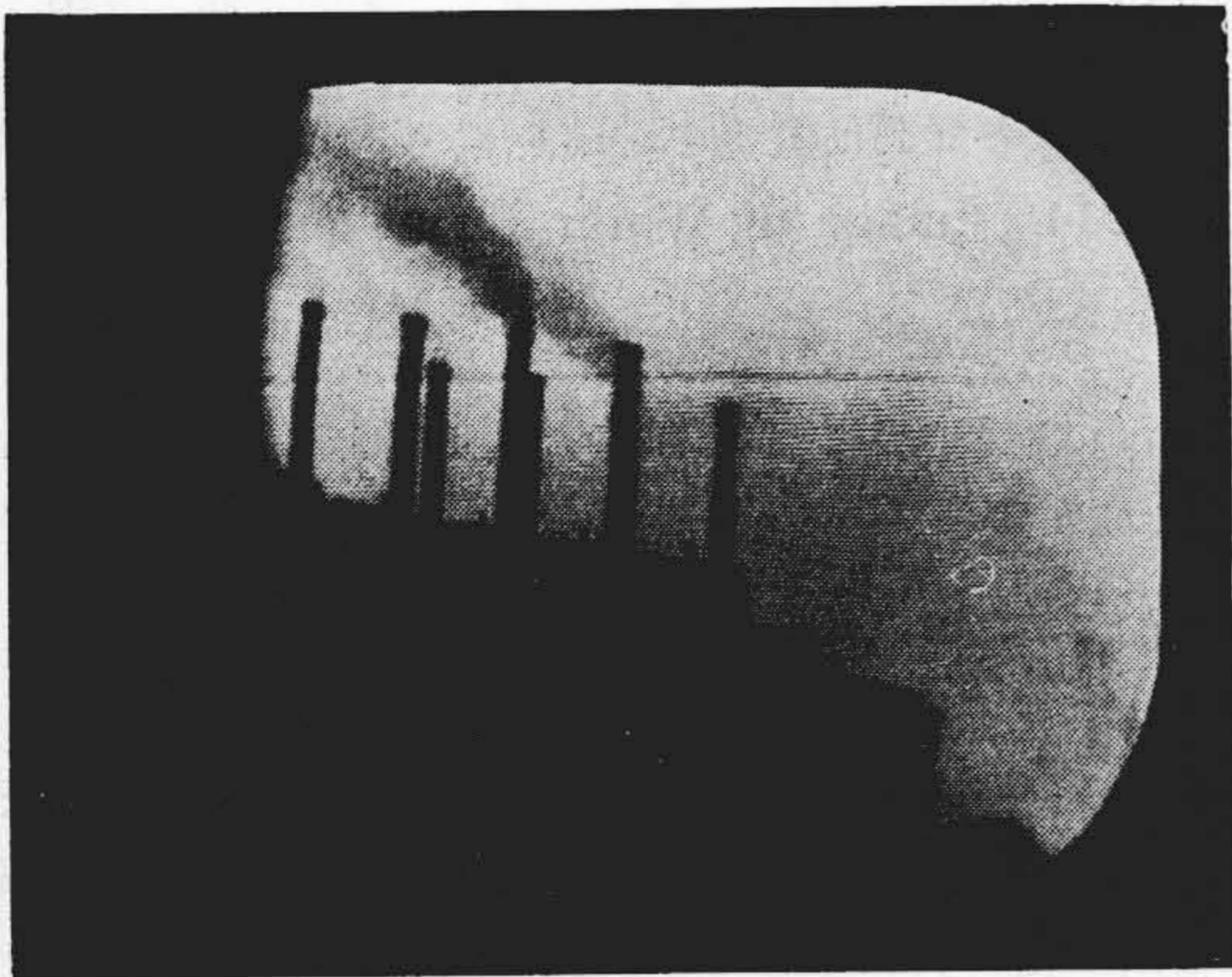
無人発電所の運転状況の細部は全部テレメータ等により親発電所に伝えられるのであるから、全体として何か突発的な事件が生じたかどうか、ということに監視の重点を置けばよい。屋外、屋内どちらの使用にあつても対象は殆ど人工物であるから予め塗装、照明及び配置等に留意すれば比較的良好な監視を期待し得る。かゝる遠距離型では視野を幾分広くとつて置いた方が無難であろう。



(a) 局 部 視

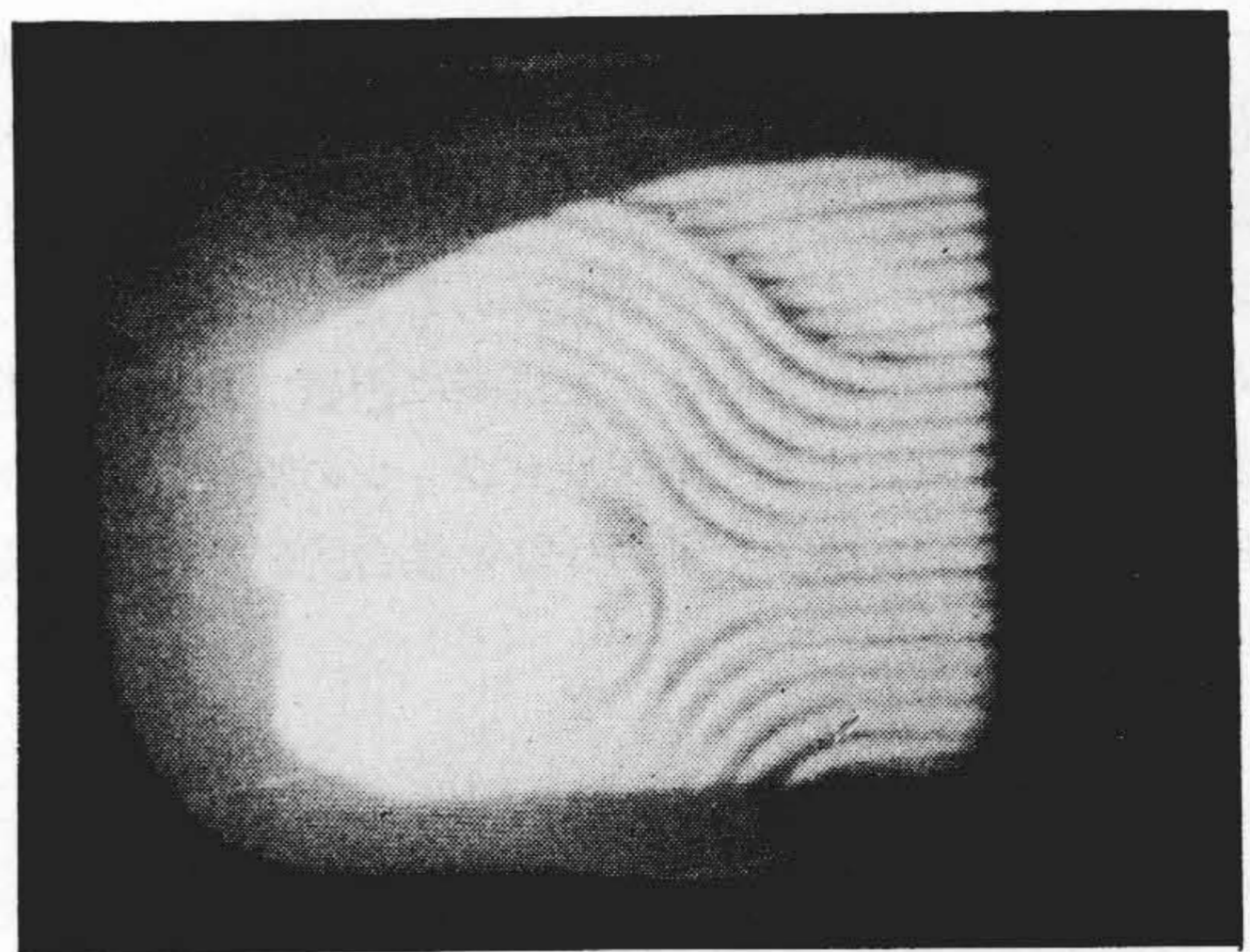


(a) 潮 田 発 電 所 (石 炭)



(b) 全 般 視

第15図 煙 突 の 煤 煙
Fig.15. Smoke out of Chimney



(b) 鶴 見 発 電 所 (重 油)

第16図 炉 内 の 燃 料 ノ ズ ル
Fig.16. Jet Nozzle of the Liquid Fuel

(ii) ダムの監視 (第17図)

これには二通りの使用法がある。一つは水門全体の様子を見て総合判断の資料にする方法で、無人発電所とほぼ同等に取り扱い得るが、空及び水面が画面に入ること及び夜間観察では対象が広範囲なので照明が大規模になる等比較的面倒である。他の一つの使用法は水取入口を局所的に監視することである。この場合流木その他の浮流物があるか否かを明瞭に識別せねばならない。一般に肉眼観察でも水面近くにある濡れた物体はその時の照明状況及び観察位置等によつて著しく判別程度が異なるものである。水取入口の場合カメラ位置の選択は著しく制限されるし、照明も自由度が少いから、好結果を得るには経験と工夫が必要である。

(C) クレーン、パワーショベル等の産業機械等

(第18図)

この種の機械が大型化するにつれて運転台から作業対象を見ることは次第に困難となり、これが機械の進歩並びに作業能率を著しく妨げている。これらに対する工業テレビジョン進出の効果はいうまでもないであろうが、

実施に際しての問題点はせいぜい耐震構造位のものであろう。近距離、局所型であり照明も容易であるから取付けは極めて簡単である。我々は未だ少数例しか扱っていないが近い将来急激に普及すると思われる。

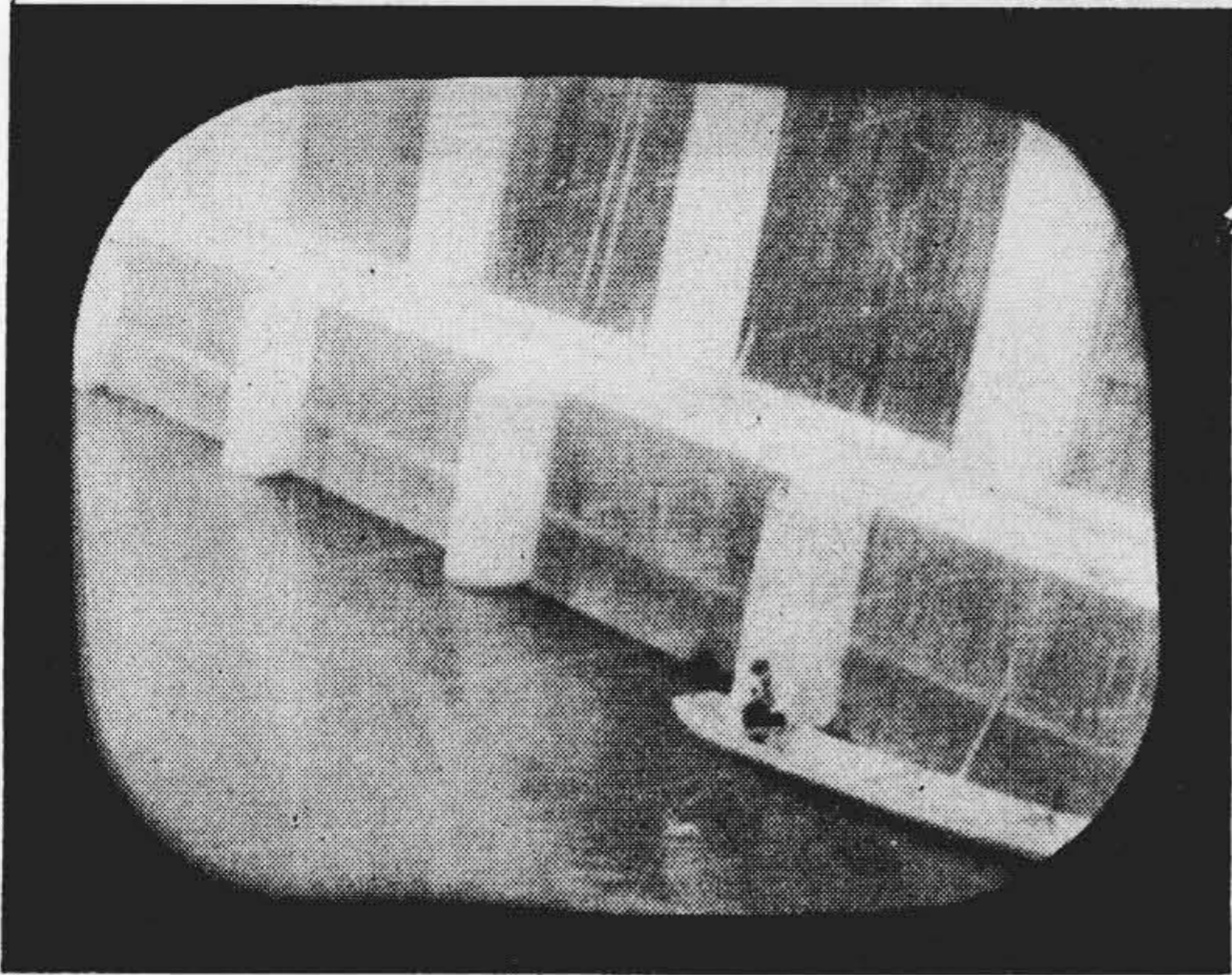
(D) 停車場、デパート等群衆の集落地

停車場のホーム、デパート売場並びに公共の広場等定期的に多数の人が集散するような箇所の管理責任者は報告を受けてから係員を増派しても手遅れとなる。こういう箇所では広角レンズ付カメラをもつ工業テレビジョンが真価を発揮する。これらの場合のカメラの据付方は既に商業放送で良く検討されているし、照明その他に関する難点も少いので、今後大いに利用される分野であろう。

以上述べたことは何れも我々が多少の経験をもつた利用法であるが米国等では次のような目的に対しても各方面で使用されている。

(E) 危険物(爆発物、有毒ガス、放射性物質等)の遠隔操作、又は制御に際して。

(F) 各種保安目的の監視。



第17図 ダムの光景 (水取入口)
Fig.17. Light of the Dam



第18図 スクレーパーバケットの掘削状況
Fig.18. Scraper Bucket in Service

- (G) 商業用事務用に書類送付に代るべきものとして
- (H) 水中その他肉眼観察困難な箇所に。
- (I) 医科手術等人の出入の好ましくない場所に。
- (J) 葦外線顕微鏡等不可視光線等を見るために。

〔VII〕 結 言

最近我国でも実用化に就いて多大の関心が持たれて来た工業テレビジョンに就いて概説した。この方面の研究は歴史も浅く設計上必要な資料も不十分なので現在のところは試験の段階といった方がよいかも知れぬ。併しテレビジョン一般技術の発展とともに需要者側の理解がましてくるにつれて急激に普及発展することは明らかである。即ち像質、寿命、機械的強度等の改良と更には天然色乃至は立体像の送受までも行われるようになれば生産、制御、監視等の一大有力手段として如何に広汎に採用されるか想像も困難な位である。

最後にこのテレビジョンの新しい分野では需要者と供給者との密接な連絡協調が特に必要なことを強調し各方面の理解と指導を要望してこの稿を終りたい。

この文章を草するに当つて種々御指導御協力を頂いたNHK 技術研究所山下彰博士、松山喜八郎氏及びその他の各氏、日立製作所本社電子工業開発部田口氏を委員長とする工業用テレビジョン委員会の久保(茂原)滝田(戸塚)浜田(中研)久保、村上(本社)等の各委員諸氏及び只野、河合、菅原、日比(中研)三木、今西(戸塚)の各氏に厚く感謝の意を表わす。

御 詫 び

本誌 Vol. 36, No. 5, P. 13~20「国鉄信濃川送電線用送電線故障点標定器の人工故障試験」の筆者名を編集局の手落ちにより森尻鶴松氏を森尻陽松氏と誤植致し、森尻氏に大変御迷惑をお掛け致しましたことを深く御詫び申し上げます。(編集局)





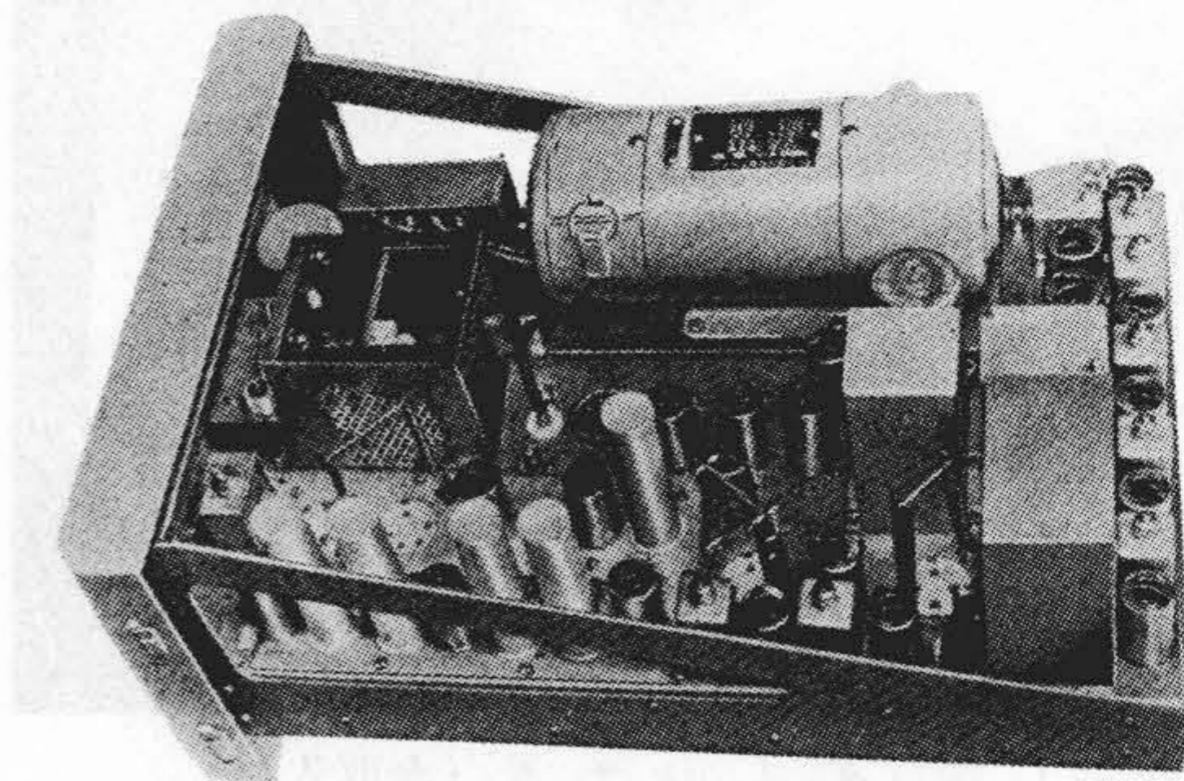
SEM-101 型 10 W 150 Mc FM 無線機完成

Type SEM-101, 10W150Mc-FM Radio Telephone Equipment Completed

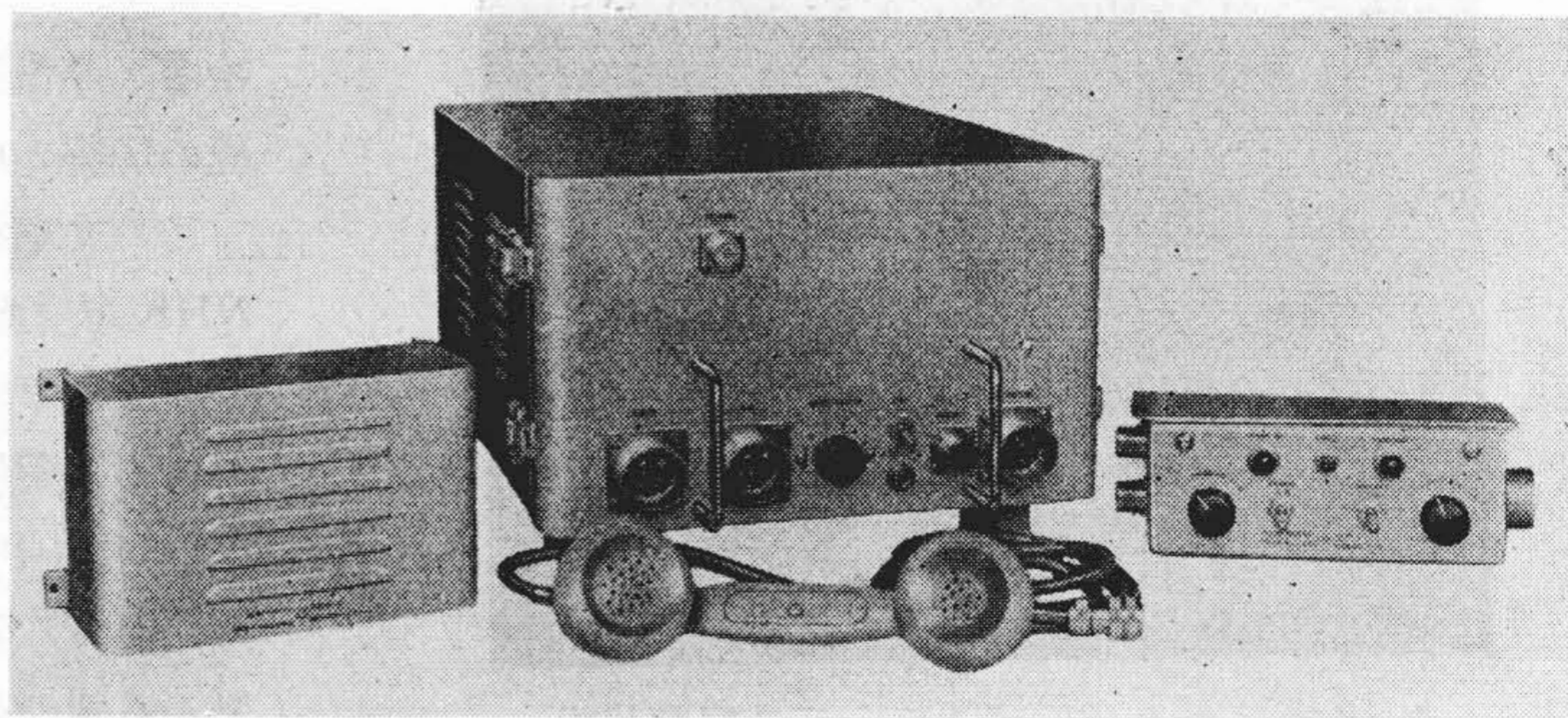
日立製作所戸塚工場において現在量産中の SEF-501, 502 型 50 W 固定局用, SEM-251, 253 型 25 W 移動局用および SEM-252 型 25 W 可搬型の各装置はいずれも官公庁, 民間会社等各方面に御使用頂いて御好評を得, 日立 FM 無線機の真面目を發揮しているが通信系の御要求によつてはこれらの装置の持つている能力程遠距離通信を行う必要のない場合もあるので, こゝに新しく SEM-101 型 10 W 移動装置を日立標準型として製作した。

この装置は mT 管を使用することにより, 送信出力を除いては先に「日立」誌上で御紹介した SEM-251 型, 253 型の電気的高性能を保ちながら小型軽量化および電源消費量の減少が計られて, かつ送信出力 10 W を得ています。本装置の詳細な性能は近く本誌上および姉妹誌「日立」において御紹介する予定である。

装置の外観およびその内部実装状態は写真に見られる通りで, 寸法は幅 330, 高さ 246, 奥行 490, 重量は約 30 kg である。本装置を 150 Mc-FM 通信系の一環に加えて日立 FM 無線機は今後とも顧客のあらゆる御要求に応じて各方面に活躍することが期待されている。



第1図 SEM-101 型 150 Mc-FM 無線機の内面
Fig.1. Inside View of Type SEM-101, 150 Mc-FM Radio Telephone Equipment



第2図 SEM-101 型 150 Mc-FM 無線電話装置の外観
Fig.2. Type SEM-101, 150 Mc-FM Radio Telephone Equipment

日立製作所社員社外講演一覧表 (昭和29年2月分受付)

(その2)

(第32頁より続く)

講演月日	主催	演題	所属	講演者
7/	国際電子顕微鏡学会	Application of cathodic vacuum etching for electron microscopy and the observation of spheroidal graphite in cast iron with this method.	中央研究所 中央研究所 早稲田大学	土倉 秀次 奥本 武隆 草川 隆次
3/11	大阪府立産業能率研究所	型材料の選択と取扱い方	冶金研究所	小柴 定雄