マジックスコープ

東京放送 TV 制作技術部 岩 西 浩

本装置は、従来多く用いられてきたスクリーンプロセス技術の一つとして東京放送で開発されたもので、前面より背景を投射して画面合成を行なうものである。従来のリアスクリーンプロジェクション方式のものに比較して、画質能率などの点で非常に優れている。そのために大型スクリーンや、カラーにおけるスクリーンプロセスでも十分な光量を得ることが可能で、かつ占有面積が少ないためにテレビスタジオのように狭い所でも容易に利用することができる。

マジックスコープは、スクリーンプロセスの一種である。従来の形式のものは、第1図に示すようにスクリーン後方より所要の背景を投写機により投写し、スクリーン前方の被写体と組合わせて撮影する方法である。この方法は映画の技術として古くから用いられていて、テレビジョンにおいても従来用いられてきたのであるが、その撮影過程、スタジオ条件などで、実際感のある合成画面を作ることが困難であった。その原因を挙げてみるとつぎのようなものが考えられる。

(1) 画面の暗さ

これは投写機の拡大率と、光源の輝度、ランプハウスの能率などで決定される問題であるが、現在一般にテレビジョンスタジオで用いられているスライドの投写機の場合、原板の大きさは4インチ×5インチ、光源に3~5kWの白熱電球を用いて、一辺が2あるいは3mぐらいのスクリーンに投写した場合、通常のレンズ絞り(F8~F5.6)では暗すぎて、一絞りも二絞りも開かなければならない。

(2) 照度ムラ

プロジェクタから投写された光線は第2図に示すように、スクリーン上において投写光線の方に強く透過されるので、スクリーン上の照度分布は投写機とカメラを結ぶ線上が最も強く、周辺に至るほど低下する。

(3) 階調の変化

スクリーン上に投写されている画面のコントラストはフィルムのコントラストに比例したものでなければならないが、実際には使用しているスクリーンが、透過率をよくするために白色あるいはそれに近い色となっていて、

スクリーン前方の被写体を照射している照明光線の洩れや反射によって、照明されて投写画面の黒の部分が白っぽくなり、全体としてコントラスト・レシオが低下したような画面となる。これではスクリーン前方の被写体のコントラストと階調が合致しないので、見るからにスクリーンに投写されている画面であることが歴然として、なかなか迫真感が得られない。

第1図 従来のスクリーンプロセス

第2図 スクリーンの照度ムラ

“[Magicscope] Newly Developed Front Projection Screen-Process”. by Hiroshi Iwanishi.

(4) スタジオの狭さ

前に説明した照射ムラは第2図からわかるように、投射角 θ をなるべく小さくして、スクリーンへの投写角度 β を直角に近いものにするほど少なくなる。したがって投写機とスクリーンとの距離はできるだけ離して、長い焦点距離のレンズで投射すればある程度防ぐことはできる。また階調の変化はスクリーンとその前方にある被写体との距離を離して、被写体への照明光線がスクリーンに影響しない程度にとれば防ぐことはできる。このため映画におけるスクリーンプロセスは、細長い専用スタジオを設けて上記の欠点防止につとめているが、テレビジョンスタジオのように、広さに非常に制限のあるところでは、なかなか思うようなスペースをとることはできなくて、やむを得ずお茶をにごしているのが現状である。

以上が従来の後方投写式のスクリーンプロセスに見られた主な欠点である。

原理と特性

マジックスコープは、以上の欠点をすべて解決した前方投写式のスクリーンプロセスである。第3図はこの原理図で、カメラと投写機はハーフミラーで組合わされて両者のレンズの画角の中心を合致させている。ハーフミラーは反射率50%、透過率50%の半透明鏡のことで、光学的に処理された平面ガラスの上に、薄く鏡面がスパッタされている。カメラと投写機のレンズの画角の中心を合致させることは、投写機からの投写光線によって被

第3図
マジックスコープ原理図

第4図 マジックスコープスクリーンの構造

写体の影がスクリーン上に生じて、カメラからは見えないようにするためと、つぎに述べる特殊スクリーンの反射率をよくしてスクリーン能率を向上し、画面合成を可能にするためである。

スクリーンは一般に3M社からスコッチライトという商品名で市販されているような特殊反射材で、よく交通標色などに貼ってあるものと同じものである。そのスクリーン構造は第4図に示すように、微小ガラス球を膠着剤で結合させ、その裏面に反射膜を設けている。この場合、膠着剤を染色することにより、種々の色のものが得られるが、マジックスコープの場合は黒色に染めたものを用いている。したがってスクリーンは暗灰色を呈しており、反射光は白色光となる。このようなスクリーンの反射特性は、第5図、第6図に示してある。第5図は入射角の変化に対する反射率の変化を示している。点線は標準拡散反射の炭酸マグネシウム(MgCO_3)の反射率で、縦軸はそれとの比輝度で示してある。このカーブから、反射率が70%に低下する角度は20度であるから、20度の2倍の40度の水平画角を有しているレンズ、すなわちテレビジョンのイメージオルシコンカメラでは、焦点距離約45mmのレンズでも周辺光景の低下を70%におさえることができる。また、反射率が白色の反射体に比して13.5倍もあるということは最も大きな特色で、この

第5図 マジックスコープスクリーンの反射率の変化

第6図 マジックスコープスクリーンの入射方向以外への反射率

第7図 反射の種類

反射率の差のためにマジックスコープのプロセスのうま味が生じている。すなわち逆に考えると、投写画面の明るさは普通の被写体に照明されている明るさの 13.5 分の 1 でよいということで、このためにスクリーンに投写されている画面の明るさは、スクリーン前方に位置している被写体に影響を与えるほどの明るさを必要としない。

これはあたかもカメラに撮影されている画面上で、スクリーンに相当する部分のみに投写画面が投写されていることになり、スクリーン前方の被写体への照明を適当にバランスをとると、非常に良質の合成画面を得ることができる。また同様の理由により投写機も小型低光量のもので十分であるので、実際には数百ワットの白熱光源のものが使用されている。たとえばスライドの場合は 100 ワットか 200 ワットのもの、映画フィルムの場合は 300 ワットぐらいのクセノン放電灯を用いた映写機である。第6図は入射方向からはずれた角度に対する光線の反射率を示したもので、このように入射光線はほとんど

写真1 マジックスコープフィルムプロジェクタ

入射光線に逆行して反射し、他方向への反射光は非常に僅かになっている。このことは第7図に示すように、一般の拡散反射体は *a* に示すように反射し鏡面のような光沢面は *b* のように反射するのにたいし、*c* のように入射方向に逆行するという特性をもっている。したがってスクリーンの反射率をよくするためにも、投写機とカメラのレンズの画角の中心を合致させることは必要でハーフミラーは、前に述べた被写体の影を見えなくすることと、二つの問題を解決する働きを有している。

スクリーンの形態は一枚のものでもよいのであるが、東京放送では収納組立ての便をはかるため、第8図のような構造のものとしている。一枚の大きさは、横 1m、縦 3.8m となっており、これを必要に応じて何枚でも接続して用いられるようになっている。これは作業能率を向上させ、汽車の窓のように小部分の投写の際は、大きなスクリーンを用意しなくてもすむことになる。その接続部は第8図に示されているように、丸みをもった凹凸の形とし、どの部分でもスクリーンへの入射角が 20 度以上斜めにならないよう配慮されている。このことは第5図からもわかるように反射率の低下は 30% 以内となり、実際には、ほとんど接続部の判定をつけることはできない。またスクリーンが暗灰色を呈しているということはスクリーン前方による被写体への照明光線の影響が少ないことになり、多少の洩れや反射光がスクリーンを照射しても、ほとんど光源の方向に逆行し、投写画面の階調をそこなうことにはならない。

投写機はスライドの場合は通常市販されている家庭用のもので十分であるし、映画フィルムの場合は、映画とテレビジョンのコマ数の違いさえ解決すれば、どのよう

第9図 映画フィルム映写機の位相関係

なものでも使用できる。極端な場合、解像度を問題にしなければ8ミリ映写機でも実用することができる。東京放送では、このコマ数の違いを解決するために、クセノン放電灯を用いた映写機に着目し、16mm映画フィルムの映写機を開発した。クセノン放電灯を用いた映写機は、第9図に示すように電源周波数の2倍の間歇放電が行なわれる。したがって60サイクルで運転した場合、毎秒120回の放電が行なわれ、フィルムは5回に1コマ宛送られる。一方、テレビジョンの画面の方は4回の放電で1コマとなり、コマ数の違いは24と39の最小公倍数である120回の間歇放電で解決している。写真1はこの映写機とカメラとハーフミラーが、使用状態に組合せられた写真で、映写機は移動用ベデスタルの上に設置され音響的障害の生じないようにケースに改められている。ハーフミラーはベデスタルに設けられている棚の上に置かれ、角度を適当に調節して両レンズの画角の中心を合致させるようになっている。主な仕様はつぎのとおりである。

1. 構成

- a) 16mm プロジェクター本体
- b) クセノン放電灯電源
- c) 移動用ベデスタル
- d) 防音装置
- e) オートトランス
- f) 附属品、予備品、ケーブル類

2. 電源

AC 100 V 50 c/s または 60 c/s 20 A
(スクリーンプロセス用は 60 c/s C.F)

3. 光源

クセノン放電灯 500W, 交流パルス点灯, 調光可能。

4. オートトランス

95V~12V の入力電圧に対して支障なく調節運転可能。

第10図 ハーフミラーの特性

第11図
マジックスコープ
の背景ワイプ

5. 映写レンズ

焦点距離17mm, F1.9, 絞りにより光量調節可能。他のレンズも使用可能, またアナモフィックレンズを取りつけて, シネマスコープ版の映写も可能になっている。

6. 映写駒数

50c/s の場合 25 駒, 60 c/s の場合 24 駒, ギヤーの切換による。

7. フィルム送給

正転, 停止, 逆転が可能なこと。

8. リール

大きさは360メートル(1200フィート)までとする。

9. ベデスタル

映写機の光軸までの高さは1,280mmで, 約50mmさらに高くすることができる。

10. 防音

本体より1メートルの所で45フォン以下

11. 音声装置

光学再生装置のみ

出力インピーダンス 600Ω 平衡型

出力レベル +4 dB, -20 dB 切換

12. 画ブレ

画面の1,000分の1以下(縦横両方向とも)

以上のうちスクリーンプロセス映写機として, 特に画ブレと防音には注意を払った。

つぎにハーフミラーであるが, これが意外に製作がむずかしく, 特にマジックスコープに用いるものは, カメラのパン, ティルトが可能のように相当大きなものが要求され, そのような大面積の均一な半鏡面蒸着は非常に困難なのであるが, 種々試作の結果, 満足するものを得ることができた。その各色に対する反射レスポンスは第10図に示すように, 多層膜のコーティングにより, ほぼ

第 12 図
一枚のスクリーンへ異なった背景の投写

平坦になっており、カラーにおける使用も十分支障のないものである。

使 用 例

通常の後方投写方式のスクリーンプロセスとは異なった使用方法も二、三考えられる。後方投写の場合は、スクリーンは主として背景となるべき画が、投写できるだけであるが、マジックスコープの場合は前方投写のため、自由なところに投写することができる。

1. 背景

これは被写体後部の背景をマジックスコープで得る方法で、従来のスクリーンプロセスと同様な使い方である。ただしマジックスコープの場合は、大変能率がよいのでテレビジョンスタジオでは明るさの問題でなかなか困難であった映画フィルムの投写の場合でも、十分明るい画面が得られる。したがって従来不可能とされていた映画のシネマスコープ版のスクリーンプロセスの場合のように、大面積の背景合成には大変効果的である。

2. 場面転換

ミュージカルなどに用いて効果的な場面転換法で、第11図に示すように、スクリーン後方に別のセットを用意

第 13 図 マジックスコープの部分的合成

しておき、スクリーンを中央から左右に開いたり、あるいは左右上方に移動させると、ワイプの効果で背景のみを転換させることができる。

もう一つの場面転換法としては、第 12 図に示すように一枚のスクリーンに二組のマジックスコープを投写して、カメラ1とカメラ2にそれぞれ異なった背景を合成する方法である。これはスクリーンの特性が第6図に示すように、投写機と同じ光軸にないカメラには、投写した画面が撮影されないからである。

3. 部分的合成

例えば小道具のテレビジョンセットのスクリーンや、魔法の鏡のようなものは、スクリーンや鏡の部分にマジックスコープのスクリーンを貼付けて、所要の画面を投写すれば簡単にできる。あるいは第12図に示すように海などのシーンでは、海に相当する部分にスクリーンを横にしておき、波の映画フィルムを映写すれば大変効果的である。最も簡単な応用例はネオンサインで、スタジオのセットにいちいちネオンサインを取付けては大変であるが、スコッチテープをネオンのようにセットに貼付けてカメラのレンズの位置から弱い光源で照射すると、ネオンサインが点灯する効果を出すことができる。

4. スクリーンによる被写体のワイプ

例えば第14図に示すような配置に、マジックスコープ

第 14 図
マジックスコープスクリーンによる被写体のワイプ

第 15 図【マジックスコープセットのスイッチング法

写真 2 比較写真（上）マジックスコープ
（下）従来のスクリーンプロセス

スクリーンを置くと、投写された画面に首だけ浮んで見える。もちろん人物が左右に動けば、首は空中をさまよひ、しゃがむと消えてしまう。同様の原理によりしまっている扉のすき間から室内へ入ってしまうようなこともできる。

む す び

以上最も代表的な使用例を数項目挙げたが、前面投写という利点からは、さらにまだ多くの利用法が考えられると思う。

このようにマジックスコープは、数多くの特徴を具え

第1表 従来のスクリーンプロセスとの比較

	従来のプロセス	マジックスコープ
スクリーン	大きさ一定	大きさ可変で自由
投写方式	後方	前方
スタジオスペース	大	小
投写機光量	大	小
画質	白っぽい	良
投写ムラ	周辺暗い	好
照明法	困難	易
映画フィルム投写	画面の小部分なら可能	可
カメラの移動	可	不
カメラの切替	可	可

ているが、その反面欠点もある。それは映画の場合のように、一台のカメラで合成撮影を行なう場合には問題はないが、テレビジョンにおいては、一つの被写体を数台のカメラで撮影する場合が多い。このような場合マジックスコープは一台のカメラに対し一つの合成画面のみしか得られないから、スイッチングが不可能になる。したがって他のカメラはアップショットにして背景を逃げるか、あるいは第15図に示すように、背景がセットとなるような角度から撮影するようにしなければならない。またカメラの移動も不可能であるので、ズームレンズによってその効果を代用させなければならない。

以上に述べたような得失をよくのみ込んで、マジックスコープによるスクリーンプロセスは利用すべきで、第1表に示すように、従来のスクリーンプロセスに比して数多くの利点を有しており、合成画面の画質は数段と優れている。写真2はマジックスコープと、従来のスクリーンプロセスとの合成画面の比較モニタ写真である。なお本方式は現在特許出願中である。

終りに本装置の開発に際して 16mm プロジェクタについては北辰電機製作所、ハーフミラーについては湘南光学の御協力を深く感謝し、種々御指導をいただいた遠藤常務、吉田技術局次長を始め先輩諸氏、研究の協力者たる種村陽亜、武谷雅博、川瀬雄二、松岡順三の諸兄に深甚なる謝意を表する。

（昭和 36 年 7 月 25 日受付）

浜松テレビが赤外線ビジコンを開発

浜松テレビでは、赤外線ビジコンの国産化を計画、静岡大学工学部電子工業研究所とタイアップして 36 年度鉱工業技術試験研究補助金の交付も受けて試作、研究を進めてきたが、感度残像などの点で外国製品に劣らない性能の赤外線ビジコンの製造に成功した。

同ビジコンは、感光ターゲット

（けい光面）に特殊構造をもったもので、感度、残像などの面で外国製品をはるかに上回り、超赤外線に対しても良く働くところから、ゲルマニウムのデイスロケーションや、赤外線顕微鏡などに最適とされている。

なお、外側形状は、同社の可視ビジコンと規格を一つにしている

ため、可視ビジコンカメラへの差替えも自由にできるという特徴をもっている

（日刊工業新聞）

赤外線ビジコン