- 26) T.D. Beard: AC Liquid-Crystal Light Valve, Appl. Phys. Lett., **22**, 3 (1973) 90-92
 27) F.J. Kahn: IR-Laser-Addressed Thermo-Optic Smectic Li-

quid-Crystal Storage Displays, Appl. Phys. Lett., **22**, 3 (1973) 111-113

5-3 CRT 等を用いた大面積表示

ソニー株式会社 島 田 聰

1. ま え が き

直視用 CRT として工業的に可能な最大径を越えるような画面寸法—30インチ以上—の場合を“大面積表示”として扱うことにする。

2 次元表示のために 3 次元的奥行きや容積を与えたくないし、生産性、安全性など CRT 単体の直視型には限界がある。

大面積表示の目的として次の 2 種方向に大別できる。

目的 A……多人数対象の大面積表示

目的 B……映像再生の高品位化，高忠実度化

前者の方向は，教育あるいは広報用の 2～5 m 幅級映像再生装置として，テレビの初期時代から数多くの試みや小規模の製品化が種々行なわれて実用化されて来た。

目的 B の方向は，6 MHz 幅とか 7 MHz 幅とかに規定された現行テレビ方式をささえる諸技術からの質的脱皮を目指すもので，映像再生の高忠実度化の前提技術として，臨場感のある大面積表示方法が要求され始めた。これは 1 m 幅ぐらいの画面で“ホームビデオシアター”を小人数の一般家庭に実現させることを目標とする。また，コンピューターディスプレイとしての要求も多い。

これら大面積表示に，CRT の直視式は無理としても，CRT などの管球技術を利用することで目的を果せる場合も多く，ここでは最近の実例をあげて，大面積表示のカラー化を主体に解説する。

2. 大面積表示の用途と主性能

2.1 画面寸法と輝度出力の関係

表 1 で必要と思われる実用輝度（スクリーンからの）範囲を，A と E は周辺光の明るい場所での使用が大半と考え，逆に D は視聴に専念する暗さを与えうる状態に限

表 1 用途別の必要な画面サイズと実用輝度

用 途 別	対象人数	画面サイズ	実用輝度 (fL)	impact量(比)
A 通常の直視型家庭用	1～7	12～25"diag. (25～50cmW)	30～100	×0.3～×3
B ホームシアター	1～10	30～60"diag. (60～120cmW)	3～30	×0.15 ～×6
C 教室，研修会用	10～70	30～70"diag. (60～140cmW)	5～100	×0.2 ～×25
D 講堂，劇場用	100～1000	80～300"diag. (160～600cmW)	5～20	×1 ～×100
E 公衆，宣伝，広場用	10～1000	30～500"diag. (60～1000cmW)	30～300	×1.5 ～×3000

り，B と C は部屋を暗くして再生する場合から明るい所で使用したいケースまであるものとして示した。

表 1 に示した“impact 量(比)”とは，視聴者 1 人当りの眼に入る所要全光量を，

$$[\text{impact量}] = [\text{輝度出力 (fL)}] \times [\text{スクリーン面積 (sq-inch)}] \quad (1)$$

として定義した値で，70 fL 出力の 17 インチ直視型ならびに 50 fL 出力の 20 インチ直視型を基準 1 とした倍数で示しておく(両基準型ともに(2)式による impact 量は，約 1×10^4 fL·sq-inch である)。

図 1 に表 1 を図示するが，A 図では四角範囲内でおのおのの目的に対応した実用領域が別個にあること，B 図は使用目的別の必要な impact 量の所要範囲を示している。

視聴に専念しやすくする手段として，画面を大型化することは意味があるが，同時に画面周辺を暗くし周辺物体に気づきにくくすることも“専念”させることを助けるから，少なくとも用途 B および C に関しては A と同程度の impact 量を各人当りに与えるようにすれば，実用範囲に入る。

また図 1A は明らかに大型画面といっても，用途によって B～E の 4 種に区別して具体化する必要のあることを示している。用途 B については“relax に専念”させる範囲で周辺光環境を考慮してもよいが，用途 C では教育

“5-3 Large Screen Video-Display Methods of CRT and Others”
by Satoshi Shimada (SONY Corp., Tokyo)

図 1 サイズ、輝度、impact 必要量の図解

機器として筆記のできるような周辺光環境までもカバーできることが望まれる。

現行の標準テレビ画面縦横比 4:3 で以上を示したが、画面の大型化とともに aspect-ratio を 5:3~2:1 と、より横長くすることも将来具現化されようが、異なる縦横比の画面間で用途に応じた画面サイズを比較する場合には“画面の高さ”で大小ないし最適値を求めるのがよい。

図 1 の中の⊕印は筆者らの開発したシステムの値をカラーの実用例として示し、破線 ll' はそのシステムの能力のままで画面サイズを変えた場合の輝度出力の変化傾向を表わしたものである。

2.2 映像再生の高品位化と画面寸法の関係

多人数を対象とする大型画面は、ちょうど拡声装置に相当するわけで、通常のテレビ画質をそのまま拡大するだけでもよいと理解されよう。

ホームビデオシアターを目指す場合は、当然現在の直視型よりも何らかの“高品位化”が要求され、これはラジオに対するステレオ装置の關係に相当する。走査線数や輝度/色帯域を現行の標準方式のままで大型化するときの、高品位化要素の有無を以下にさぐる。

(1) “画像の高品位化”を映像再生における“reality (迫真性) の追求”と換言することで、実物大に再生し実際の距離感覚で見られるようにすることが、視覚的な迫真性 (臨場感) を高める効果大で、大型化の必要性があって、表 1 の用途 B も 40~50"diag. (80 cm~1 m 幅) の画面サイズが、家庭用としての reality 最適サイズとなろう。real-size の親密感も生じ 4~7H の比較的近距离で視聴したがる傾向も加味してよい。

(2) スクリーン位置を意識しにくい配慮も必要で、①画面を大きくし遠くで見る、②画面は凸面よりも平面が、さらに凹面がよい、③周辺物体や周辺光環境の印象を弱めることなどが具体策である。

(3) 現行の 525 本方式で走査線の“粗さ”が問題であったのは、最近のカラー受像管の場合よりも過去の 21~24 インチの白黒管の場合であった。それらは中間階調での電子ビームの集束が良過ぎて、たとえインターレース動作が完全で 500 本の垂直解像度を示しても、肉眼には奇数フィールドと偶数フィールドの走査線構成を別個の時間点の存在と識別させ、250 本の粗さに感じやすかった。現在のカラー受像管では電子ビーム利用率が白黒管の 1/5~1/7 に過ぎないし、3 色蛍光体配列構造という絵素数を制限する基本形式とが逆に幸いして、走査による“line-structure”は白黒管ほどには顕著ではない。密度変調でビーム径が変化しにくい CRT に改良することで高品位化が可能である。

(4) 用途 B の場合“relax に専念”して視聴するには周辺光を適度の暗さに保つのがよく、この周辺条件を加味したスクリーン輝度は 3~30 fL が適値となることから、肉眼のフリッカー周波数は直視型の現状よりも低下し、実質 500 本の現行走査線構成を“同時に認識”する効果も生ずる。

(5) 投写式の場合は、さらに光学系で、走査線間隙を電子系におけるようなビーム差を生ずることなく、RGB 3 色配列のほかしとともに一様に平滑化できて、高品位化の一助となしうるのであるが、過去の例では逆に投写用小型 CRT のハレーション現象や光学投写系の収差など、発光後の光利用率の向上を主にするために、

図2 NTSC形式の標準規定信号時の高品位化分離方法

光学系で鮮鋭度が劣化する場合が多かった。

(6) 水平方向の解像度の向上策は、根本的には入力映像信号帯域幅の拡張を待たねばならないが、トリートロン管の例のような“すだれ”式サンプリング作用は、鮮鋭度の擬似補正効果があり、投写式の場合、さらに視聴者がコントラスト／鮮鋭度の改善効果を周辺光の限定により積極的にえようと努め、大型化による迫真性を助長して心理的高品位化効果を期待できる。

(7) NTSC方式の場合、現在受像機側では、いわゆる“狭帯域受信”方式が一般的で、25型級もその例にもれない。

色度復調帯域を標準放送規定のI軸、Q軸方向にいったいに広げても、実質的なカラー受像画質の改善効果は微弱である。しかしPAL方式における1H-DL素子の用法に類似の楕円形フィルター方式を図2のような回路構成で大型化の際に併用することで、現状より的高品位化を現行方式内で実施できる余地がある。

2.3 大面積表示の印象力

(1)式で定義したimpact量は物理量であるが、視る人への印象力には心理的・感覚的要因を除外するわけにはゆかない。特に不特定多数を対象にした広告用などの大面積表示の場合は、画質よりも印象力が主体となる。

白黒写真的な表現をカラー化で大幅に印象力を増大しようとするのはオーソドックスな行き方であるが、逆に絵素数の極度に少ない、しかもON/OFFの影絵がぎざぎざなく動くようにする手法も、印象力を持たせうる。

熱発光の電球のXY配列によれば、(1)式のimpact量を容易に大きくでき、現在でもなお超大面積表示装置として有力手法といえる。

視聴に専念させたい方向も、視るつもりのない不特定者に印象づけたい広告のような方向も、ともに大面積表示にする効果は共通するが、前者は高品位化を本位にし、後者ではimpact量の増大を主にした表示方式を選ぶ。

2.4 大面積表示方式の性能検討事項

映像表示の一般的な画質項目として、

- (1) brightness……輝度出力

- (2) contrast-ratio

……コントラスト比

- (3) sharpness……鮮鋭度

- (4) colorfulness……彩色性

- (5) smoothness

……画面のなめらかさ

- (6) decay-time……残像

大面積表示方式を検討する際の追加事項として、

- (7) picture-size……大型化の限界

- (8) set-size/(9) set-depth……装置容積・奥行

- (10) power-consumption……所要電力

- (11) portability……可搬性・移動性

- (12) adjustability……調整の難易性

- (13) stability……安定性

- (14) safetiness……安全性

- (15) life……寿命

- (16) service-ability……設置・保守・改修

- (17) product-ability……製品化の難易

- (18) cost……費用・価格

以上の18項目に関して、表1に示した用途D₁およびEの目的内ものは必ずしも全項目を満足しなくても実用可能であるが、用途BおよびCとして実用化するためには、すべての項目に一応の満足がえられる必要があり、白黒式に比してカラー化された製品として成功したものはきわめて少ない。

3. 電球マトリックス表示方式

この方式は、フィラメント発光以外に、ガス放電形式の管球を利用してよいのであるが、フィラメント電球で実用化される場合が多い。その理由として、保守に市販球を利用すればよいということもあるが、エレメント輝度が集中的で高いこともあげられる。

3.1 ON/OFF表示形式

N (エレメント) = m (行) $\times$ n (列)のマトリックス表示に N 本の信号ラインを引くような原始的方法も、 $N=5000$ 本くらいまでは実施して(たとえば東京銀座のペプシ広告)、全エレメントが同時動作となるので、定格の電圧・電流値で点火でき、屋外広告用として古くからある。

N エレメントの発光制御を $m+n$ (本)の制御系ですませる、いわゆるマトリックススキャン形式でON/OFFの白黒映像を出すためには図3(b)のような側流塞止用ダイオード D_{ij} をランプ L_{ij} に直列挿入する必要がある、パルス点火なので瞬時電圧電流値を何倍にもふやす

図 3 XY マトリックス方式におけるパルス点火方法

写真 1 東京、後楽園球場の影絵表示装置

必要もある。図 3 (c) に示す方法によれば SCR_{ij} がホールドして通常の定格で点火できる。

写真 1 の実例は、富士電工が東京、後楽園球場に昭和 45 年設置した超大型表示装置で、中央部の影絵表示部分だけでも、15 m (W) × 5.5 m (H) の画面を $(m=145) \times (n=55) = (N \approx 8000 \text{ 個})$ の電球とサイリスタで構成させ、図 3 (c) に類する制御方法で ON/OFF 動画をテレビカメラから導いている。

3.2 モノクローム映像の表示

階調も正しく表現する形式は、電球マトリックスの場合にはごく局部的な実験の例はあるが、白黒映像を全面表示して実用化した例はない。2.3 節にて指摘の印象力が不十分と考えられるし、熱発光形式では階調表現をしようとするとき白一赤と大幅に色温度も変化する。さらに図 3 (c) の点火制御法は採れず、図 3 (b) で超大型化を実施するほどの制御素子が容易にはえられないなどの理由による。

図 3 (a) の放電発光を PWM 制御すれば白色蛍光体で目的を達しえられようが、この種の XY マトリックス式大型映像表示の場合は、白黒表現もカラー表現も技術的な差違は少ないので、次の例のようなカラー化が得策である。

3.3 カラービデオパネル方式

昭和 43 年に筆者らは、写真 2 に示すようなフィラメント豆球式のカラー映像再生装置を試作完成させ、カラ

写真 2 100 型カラービデオパネル
ービデオパネルと命名して一般公開した。

$m=300$ 列、 $n=260$ 行で $N=78,000$ 総エレメントによって、2 m (W) × 1.5 m (H) ≒ 100 in diagonal のカラー画面を奥行 25 cm の装置として構成させた。RGB の 3 色化は色フィルターを付すことで行ない、3 色映像信号を各 200 チャンネルに sampling-&-holding した PWM 信号に変換して、各エレメントに図 3 (b) の形式で max 120 μs 幅/60 Hz 繰り返しのパルス点火をさせる回路方式を確立させた。原理的には PAM 点火でもよいのであるが、回路素子のばらつきの影響のない PWM 点火方式を選んだ。この回路方式はプラズマ式などの小型 XY マトリックス映像表示の場合にも基本となっている。

この 100 型カラー映像再生装置は、100 fL_{max} の白ピーク出力を 10 kW_{max} (30 V_{DC} × 300 A_{max}) の電源でえており、CRT 形式で問題の“ブルーミング”現象がないので、26,000 RGB トリオ数がカラー CRT の 1/10 に過ぎない割には、カラー映像の鮮鋭度が比較的良好なこと、RGB の色フィルターが光エレメントをおおっているために周辺光を吸収する実質的な黒色スクリーンを形成して、高コントラストとなるなどの特長があった。またフィラメント径が細いので、残像時間は 1/60 Hz 未満で問題はなかった。

しかし、条状のむらの許容レベルは、点版のむらの場

図 4 XY マトリックス形式の映像階調表現方法

合に比し、はるかに厳密に押える必要を認めた。これは CRT 形式に対する XY マトリックスディスプレイデバイスのすべてにおいて留意すべき問題点となる。

4. 多管配列式 CRT ディスプレイ

昭和 46 年に NHK 技研は、松下電器の協力をえて 26 型カラー CRT 3 本をハーフミラー合成して 1 m(W) × 0.5 m(H) の 2:1 画面縦横比によるカラーワイドディスプレイ装置を試作、公開した。図 5(a)(b)に構成と走査方法を図示する。

図 5(a) NHK 技研のカラーワイドディスプレイ装置

図 5(b) 3 管間の走査合成法

この試作は高品位化ワイドカラー映像再生の画質を現状技術で可能な手段で実現してみることが主目的とした開発のようである。

このカラー画面の大きさと鮮鋭度の高さに、公開を見た人は全員感嘆していた。各 CRT を 47.25 kHz (水平偏向), 60 Hz (垂直偏向) で 3 ラインごとに ON して、実質的に現行方式と同じ $f_H=15.75$ kHz, $f_V=60$ Hz, 2:1 インターレースのラスタを 3 管分で形成させ、入力映像帯域を 10 MHz に広げることで 1.5 倍横長の画面よりも大きい水平解像度の増大 (1000 本を目指す) を与えた形のカラー映像再生である。3 管間の接ぎ目を気づかれないようにするため、主として走査回路に苦心が払われている。

この実験装置は図 5(a)から想像できるように相当大容積となってしまう、このままで家庭に将来入りうるわけではないが、1 m 幅の大型カラー画面が高品位化にとって必須条件であり、525 本方式のままだでも水平解像度のみ高めれば効果的なことと、CRT 直視式に代るべき新大型ディスプレイ方式開発の必要性を訴えるに充分であった。

一方、CRT を 3×3 個 ~10×10 個と XY 配列し、全体として 1 つの大画面化をはかる試みも考えられようが、接ぎ目をなくする妙手がないので、広告用としての用途の範囲に限定されることとなる。

5. シュミット投写光学系による 大型カラー映像表示

5~7 型 CRT による白黒用のシュミット投写方式は古くより実用化されているので、最近の技術問題としてのカラー化に限定してシュミット式を解説する。

5.1 3 列シュミット式

Philips 社が用途 D あたりをねらっていち早く開発し、20 インチ級の rear-projection 形式までも製品化をねらったことが 1950 年代にすでにあった。調整が完全にできたならば、暗い部屋で高画質が得られるのであるが、図 6 の原理図が示すように、3 色間のレジストレーションを完全に得ることが至難の技である。

シュミット式の補正レンズを付した凹面鏡による拡大集束方法 (以後シュミット式と略称) の類は、光源からの光利用率が良い反面、

(a) 投写点における焦点深度が非常に浅く
フォーカス調整がクリティカルなこと、

図 6 3列シュミット式の原理図

(b) 光源像(CRT 径)が小さいために、元の発光像がぼやけやすいこと、蛍光面が高熱となること。の基本問題が2点存在する。(a)は、3列シュミット式の場合には特に、投写画面サイズを変更しようとした時、設置するたびにフォーカス/レジストレーションの至難な再調整を要することになる。

シュミット式光学系の F 値は $1:0.6$ ぐらいで非常に利用率が高い反面、光学系外径 ϕ_L に比し光源像外径 ϕ_{CRT} が $1/2 \sim 1/4$ と小さくなるし、各色光源像間隔は $d \geq \phi_L$ 、プロジェクター部横幅は $W_F > 3\phi_L$ とそれぞれ困る値になる。

投写距離は拡大率 m 、焦点距離 f として、ほぼ、

$$l = mf = mF\phi_L$$

として示されるところから、

$$\frac{d}{l} \geq \frac{1}{mF}, \quad \frac{W_F}{l} > \frac{3}{mF} \quad (2)$$

となってしまう。5 in ϕ の CRT で 50~100 in ($m = \times 10 \sim \times 20$) のカラー再生を図6に示す3列インライン形式で具体化した場合、 $\phi_L \approx 30 \text{ cm}$, $F \approx 0.6$, $f \approx 17 \text{ cm}$, $l \approx 1.7 \text{ m (50 in)} \sim 3.4 \text{ m (100 in)}$, $d/l > 0.2 \sim 0.1$, $W_F \geq 1.0 \text{ m}$ となることになる。

拡大率 m を $\times 50 \sim \times 100$ とすれば、 d/l は $0.04 \sim 0.02$ となって3ビーム形式の通常のカラー管における d/l 相当値(約 0.02)に近づくので、ミスマッチ問題は直視型なみとなり、拡大画面サイズに比しプロジェクター部は小型となるわけであるが、今度は前記(b)の別の基本問題におつかり、鮮鋭度と輝度が両立できなくなる。

図7に図解するような15 cm ϕ くらいの凹面鏡内臓の特殊管の3列式も試みられてはいるが、光源像は1.5イ

図 7 管内に凸面鏡を有する特殊管を用いたシュミット方式

写真 3 Philips の3列シュミット式大型カラー映像投写装置

ンチ CRT 相当で、蛍光体の飽和現象も含め前記(b)項問題に悩むこととなる。

写真3に図6形式の製品例を示すように、表1の用途Dの範囲に限定して実用化されているが、白黒用の3倍の価格ではとうていすまいようである。

5.2 単管カラーシュミット式

白黒用の投写型5インチCRTなら2000 fL以上の光源輝度が出せる。投写専用の5インチカラー管ができたならば、単一光学系のままで容易に大型カラー画面を実現しうわけであるが、3ビーム形式に属するカラー管では色選別電極板を内臓しており、それによる電子ビーム利用率が $15 \sim 23\%$ と白黒管の $1/4 \sim 1/6$ に過ぎないため、5インチ管で $500 \text{ fL}_{\text{max}}$ と、カラーの輝度は白黒の場合の $1/5$ くらいが限度であり、それ以上は小型のために特に色選別電極板のヒートシンクに無理が現われるし、また3色蛍光面のRGBトリオ配列の“きめ”を細かくしにくい。

さらに複雑な3ビーム用電子銃構造のため、白黒式の場合の $50 \sim 70 \text{ kV}$ もの高圧印加は困難で、光源像自身が総合的に“低品位化”する傾向となりやすい。

6. 光学繊維束によるCRT拡大方式

オプティカルファイバーを有機材料で量産化することと、整然としたXY拡大配列構造に積重ねる“自働織

機”を開発することとを前提にすれば、カラーで実用難となった他の諸方式に対して1m幅くらいのカラー表示方式として相対的に重視すべき方式かもしれない。数cmの厚味の超薄型は無理としても図8のような構造でかなり薄型化しうる。

また、画面拡大といってファイバーの出口を朝顔状に太くしてやる必要はない。出口部は入口端と同径 ϕ_{PF} のファイバーを拡大率 m だけの間隔 $p_s \doteq m\phi_{PF}$ で縦・横に分散配列させ、その間の不要面積はすべて黒色化してやることで、理想値としてコントラスト比(外光に対する)を少なくとも約 m^2 倍にも改善可能である。

図8の場合のスクリーン輝度 B_s は、無機ガラス製光学繊維によるフェースプレートを持つ専用カラー管の内側の輝度 B_0 (通常のカラー管の輝度に相当)に対して次式で比例計算でき、

$$B_s = \eta_{GF} \eta_{PF} \frac{1}{m^2} B_0 \quad (3)$$

図8 光学繊維束と3色管を直接結合した方式

図9 光学繊維束と3管とリレーレンズの組合せ方式

図10 光学繊維の性質

オプティカルファイバーの束の有効断面積率その他でできる光伝送効率が $\eta_{GF} \doteq \frac{1}{2}, \eta_{PF} \doteq \frac{1}{3}$ でできても、 $B_0 \doteq 50$ fL出力の7インチ3色管から50インチ像に伸ばすと、 $B_s \doteq 1.7$ fL、40インチぐらいでも2.5 fLに過ぎない。

図9に示すようなリレーレンズ再結像形式の3管式にすれば大幅な輝度向上が期待できる。3管式で得られる合成 B_0' は3色管の約5倍、2500 fLくらいは出しうるし、この場合は(3)式の η_{GF} に相当する損失はほとんどないので、スクリーン輝度は $B_s \doteq 15$ fL(50インチ)～22 fL(40インチ)と推算できる。

問題は指向性で、図10のように光学繊維に臨界角 θ_{RL} があり、図9のレンズ系が $\theta_{RL} < \theta_{PF}$ ならば光学繊維の出口の拡散角 θ_s も θ_{RL} となり、図9の構成では $\theta_{RL} \leq 40^\circ$ が可能値であって、もし光学繊維の出口を“粗面”として拡散角 θ_s を所望値まで広げたとすると、スクリーン輝度 B_s' は $(\theta_{RL}/\theta_s)^2$ 倍に低下してしまう。

$$B_s' = \left(\frac{\theta_{RL}}{\theta_s}\right)^2 B_s = \eta_{PF} \frac{1}{m^2} \left(\frac{\theta_{RL}}{\theta_s}\right)^2 B_0' \quad (4)$$

$\theta_s \doteq \theta_{PF} \doteq 70^\circ$ と光学繊維出口を粗くして、 $\theta_{RL} \leq 40^\circ \text{max}$ のレンズ系とすると、3管式の実質スクリーン輝度は $B_s' \leq 5$ fL(50インチ)～7 fL(40インチ)くらいに下り、このままでは通常の直視型カラー受像機の1/10が精一杯ということになる。

7. 通常レンズ系によるCRT 投写拡大方式

CRTの螢光像を光学投写する方法は、凹面鏡と収差補正レンズの組合せで成るシュミット式に限るとの先入観が専門家に定着して長年月がたった。通常のレンズ系では $F 3.5$ くらいが利用限度と考え、それに比し実効 F 値として $1:0.6 \sim 0.8$ もの高能率光学系をシュミット式でえられると思うからにはほかならなかった。しかし、シュミット式の場合、同時に5～7型CRTと小面積光源になり、非飽和総出力光量が面積に比例して少なくなることに留意するべきであった。

昭和47年初春に開発、発表し、今春より市場化始めたトリニトロン式のソニーカラービデオプロジェクションシステム(写真4参照)は、50型カラー映像を10 fL以上の輝度出力で再生する高性能を出したが、その内容は13型投射専用トリニトロン管と $F 2.0$ の通常レンズ系の組合せによる非専門家的なほどに初歩原理的手法に過ぎない。投写スクリーン側にも高輝度化のためのノルマを掛け、システム全体を同時に開発したために飛躍的な性能向上(約100倍の輝度増大)ができたのである。

また、このシステムは当初より表1の用途Bすなわち

写真 4 カラービデオプロジェクションシステム
(スクリーンは 50 型、1 m 幅) (ソニー)

カラービデオプロジェクターの仕様

有効画面サイズ: 50型(対角上にて)
適 視 範 囲: 3~15m/50 型スクリーンにて
中心から左右約 40° 以内
投 写 距 離: 1.5m/(50 型スクリーンにて)
映 像 管 輝 度: 500 fL 以上
スクリーン輝度出力: 10 fL 以上 (50型スクリーンにて)
投写コントラスト比: 34 dB 以上
信 号 方 式: 日本標準テレビ方式 (NTSC カラー方式)
映 像 帯 域: 4 MHz
音 声 方 式: スクリーン反射式
消 費 電 力: 185W
外 形 寸 法: 44(幅)×73(高さ)×49(奥行)cm
重 量: 約40 kg

ビデオスクリーン部

スクリーン: 異方向性高効率金属スクリーン
外形寸法: スクリーン部 110(横)×83(縦)cm
スタンドと組合せ時 110(幅)×150(高さ)
×41(奥行)cm

ホームシアターとしての必要性能の範囲で、最適方式を選んだもので、用途Cまでのすべてを必ずしも満足させるわけではない。2.4節に列記の18項目のすべてに1m幅画面級のディスプレイ方式として、はじめて一応の満足がえられたので製品化されたといえよう。

7.1 投写スクリーンの指向性と利得

CRT を光源像とした投写方式を一般化した光学系と

図 11 CRT を光源像とした投写方式の一般化した光学系

して示した図11について、スクリーンからの有効全光出力—その輝度指向特性を点線 B_s で示す—を、中心軸方向の出力輝度 $(B_s)_c$ の $1/3(-10\text{dB})$ に落ちる角度範囲(水平方向 θ_{sx} , 垂直方向 θ_{sy})内に平均化した値をスクリーン輝度 $\bar{B}_s$ とすると、次式が成立する。

$$\bar{B}_s = \eta_L \eta_s \frac{1}{m^2} \cdot \frac{\theta_L^2}{\theta_{sv} \theta_{sv}} B_0 \quad (5)$$

ここに η_L : レンズ系その他 CRT からスクリーンまでの間の光伝送効率, η_s : スクリーンへの総入力に対する必要方向側への総出力の比 (スクリーン損失を意味する), θ_L : レンズ系への実効取込み角 (実効径 ϕ_L と a との比で表される) を意味する. また冒頭の表現を次式で示す.

$$\begin{aligned} \iint_S B_S d\theta_x d\theta_y &= (B_S)_C \iint_S k(\theta_x, \theta_y) d\theta_x d\theta_y \\ &= \bar{B}_S \theta_{sx} \theta_{sy} \end{aligned} \quad (6)$$

プロジェクター部の光利用率 η_P と、スクリーン利得 G_S は (5) 式を分割しておおの次の式で表わされる.

$$\begin{aligned} [\text{source-efficiency}] : \quad \eta_P &= \eta_L \left(\frac{\theta_L}{\pi} \right)^2 \\ &= \eta_L \left\{ \frac{2}{\pi} \tan^{-1} \left(\frac{m}{2(1+m)} \cdot \frac{1}{F} \right) \right\}^2 \quad (7) \end{aligned}$$

(F : レンズの F 値)

$$[\text{screen-gain}]: G_s = \eta_s \left(\frac{\pi^2}{\theta_{sx} \theta_{sy}} \right) \quad (8)$$

(5)(7)(8)式より

[screen-brightness]

$$\bar{B}_s = \frac{\eta^p}{m^2} G_s B_0 \quad (5')$$

以上の関係式は次に列記するように基本方式を定量的に比較し、具体化する方向を与えてくれる。

備考-a: η_F 値〔(7)式〕のみで比較する限りは、図 12 のような通常レンズ投写式は 5 章で触れたシュミット投写式の 1/8 以下の光利用率に過ぎないが、

推考-b: 5 インチ単管シュミット式と 13 インチ単管・通常レンズ式の比較のようにプロジェクター部外形をほぼ同等な大きさにして比較するのが適切で, (η_F/m^2) 値の形で評価すべきである. 後者で前者と同等値以上も可能.

推考-c: スクリーンの指向性を強くし, 拡散角 θ_s を狭くしてやれば, スクリーン輝度は θ_s^2 に反比例して増大するが,

推考-d: 指向性に“異方性”($\theta_{sx} > \theta_{sy}$)を与えることができるなら、実質視聴領域を

図 12 通常レンズ投写方式

余り狭くしないで G_s 値〔(8)式〕を大幅に高められる。

推考-e: G_s 値が大きくできれば、それだけプロジェクター部の光出力は弱くてもよい。たとえば $\eta_s=0.8$, $\theta_{sx}=90^\circ$, $\theta_{sy}=30^\circ$ のスクリーンが実現できたとすれば, $G_s \approx 10$ 倍となり, 5.2 節で否定的だった 3 色単管シュミット式も輝度に関しては実用域となり, さらに前記(b)項に示した 図 12 のような 13 インチ 3 色管による通常レンズ投写方式という最も初歩原理的な手段でも 50 インチ級のカラー拡大像を実用輝度で出しうることになる。

推考-f: スクリーンの指向性で G_s を高めることは, 同時に周辺光の影響を弱めることにもなる。特に反射式スクリーンを $\pi > \theta_{sx} > \theta_{sy}$ とできるならば, 天井からの室内照明に強くなり, コントラスト比の実質改善となる。

以上の推考は, 反射式スクリーンによる投写式も rear-projection 形式もともに指向性に異方性をもつスクリーンが実現するか否かで, プロジェクター部側の基本方式の実用化選択基準が大幅に変わることを意味する。一 図 13/(5) 式の説明は反射式にも rear 式にも共通する。また, ガラス粒子によるような在来の“高輝度スクリーン”の類では異方性がないので, スクリーン利得と視聴領域とが相反している。

そこで筆者らは, micro lens-aperture の XY マトリックス配列形式の“black-eye screen”を rear-projection 用として考え, 反射式の方は金属表面反射作用を異方性のある粗面化で $\theta_{sx} \gg \theta_{sy}$ と反射分散させるような表面加工方法を見出し, $G_s \geq 10$ 倍と $\theta_{sx} \approx 80^\circ$, $\theta_{sy} \approx 30^\circ$ との所望性能を両形式ともに得た。

反射分散の指向性を与えると同時に, 全面面に輝度を均一にする考慮が必要となり, 図 13 に図示するような半径 r_s の凹面化も施こした。結果として, 最適視聴域

図 13 異方指向性スクリーンの動作

のみに反射光が分散するようになった。この凹面化は投写焦点の均一化, 迫真性の向上, 音声反射効果などの付随効果にも寄与している。

7.2 高利得型スクリーンを前提とした CRT 投写方式

$G_s \geq 10$ がえられれば, 50 インチ画面を $\bar{B}_s \geq 5$ fL で光らせるためには $F1:2.0$ のレンズ系を用いて, 12 インチ 3 色管で B_0 を 350 fL にできればよいことが, (5) 式より算定できる。

写真 4, 写真 5 に示すソニーの投写方式の場合, 投写専用の 13 インチトリニロン管を開発—3 色螢光面部全般にわたる発光効率の増倍化, アパーチャグリル等

写真 5 カラービデオプロジェクター（ソニー）

写真 6 1972-IEEE 大会にソニーが出品した
38 in diag. の COLOR-REAR 試作機 (左)

の許容損失限界の増強、インライン 3 ビーム単電子銃の強力化—して、25 インチカラー管程度に $E_{HV} \cdot I_{HV}$ を与えることで、 $(B_s)_c > 10 \text{ fL}$ の 50 インチカラー映像の再生能力で製品化できている。

トリニトロン管は 3 色の縦縞配列を特長のひとつとするが、そのために螢光面が円筒面になっており、球面形状のシャドウマスク式とは異なる。投写式における投写焦点の均一性を球面上フェースプレート形式よりは良好にできるという得点もある。

投写距離 l は、レンズ系の大きさ、画面の均一性、ひずみ、スクリーン形状、操作性など反射式における実用設計の要めとなる。最短適視距離 $D_{\min} \approx 3 \text{ m}$ (50"pix) として $l \approx 1.5 \text{ m}$ ぐらいとなる大口径レンズ系 ($F 2.0/$

300 mm/15 cm ϕ) を特に開発した。

7.3 Rear-projection 形式

rear-projection 形式の中間的試作機は写真 6 に示すような形で、micro lens-aperture 66 万孔の XY マトリックススクリーンが実質的に 6 章のファイバーオプティクス形式の光路系を省略し輝度出力の大幅改善をはかった形ともいえるし、表 1 の用途 C, E に広く適するまとり方向ではあるが、“black-eye screen” 方法で周囲光にきわめて強くはなったものの、 $\bar{B}_s > 15 \text{ fL}$ では写真 6 の形態での製品化は不十分なので、周辺光環境の抑制要求の理解されやすい反射式のみが現在製品化されている。

(昭和 48 年 3 月 15 日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) 大谷, 久保: 高品位テレビ方式における画面形状の検討, NHK 技研月報, **14**, 5 (1971) 210
- 2) 橋本: 映像表示装置, 特公 昭 41-20844, 同 42-9222, 同 45-20270
- 3) 橋本: 後楽園に設置したマンモステレビ, テレビ全大予, 9-23 (1971)
- 4) 島田ほか: カラー・ビデオパネル方式の開発, テレビ学会方式回路研・固体画像研共同委, 資料 No. 6-2, 資料 No. 10. (昭 43, 4. 25)
- 5) S. Shimada: Setting the stage for flat-screen TV, MGH-Electronics, Apr. 15 (1968) 92-101
- 6) 島田, 窪田, 酒井ほか: パネル映像表示装置, 特公昭 43-18645, 同 44-22375, 同 47-15426 他, 実公昭 46-12350, 同 47-14747 他
- 7) 久保, 竹田: カラー・ワイド・ディスプレイの開発, テレビ学会方式回路研, 30-5 (1971)
- 8) 島田, 窪田: 分離着色カラー映像再生方式の研究, テレビ学会方式回路研, 3-3 (1967)
- 9) 島田, 小笠原, 井上ほか: カラービデオ投写方式の検討と開発, 信学会画像工学研, 1972-12; TV 画像処理シス研, 8-2 (1972)
- 10) C. P. Gilmore: A 4'-by-6' Color TV Picture on your living-room wall, Popular Science, Sep., (1972) 78-81

テレビジョン学会雑誌綴込ファイル (1 カ年用)

学会雑誌の整理合本に便利な 1 カ年用学会雑誌綴込ファイルをご利用下さい。お申込みは下記をお願いします。

定価 1 部 250 円

申込先 〒105 東京都港区芝公園 3-5-8 機械振興会館内
テレビジョン学会 振替口座 東京 174482 番