

CRT 式投写型ディスプレイ

萩野 正規

図1にCRT (cathode-ray tube) 式投写型ディスプレイの構成を示す。赤緑青各専用のCRTの画像を投写レンズで1つのスクリーン上に加色合成する原理である。直視型においてはいわゆるシャドウマスクを用いて色選別を行うため、通常は、電子ビームのエネルギーの約8割を損失する。したがって、投写型は約5倍のエネルギー効率という潜在能力を有しているといえる。

上記潜在能力を生かして貢献するには、その画質が視覚心理の要求する諸特性を満たすことが必要であり、このために'80年代に特にその光学系において、抜本的な技術革新が導入された。その結果、家庭用においてはリアプロジェクションテレビとして米国にて約100万台('96年)の需要が見込まれるに至り、また業務用においては、複数人による大規模ネットワーク維持監視用大画面ディスプレイ、すなわちグループウェアのひとつとして重要な位置付けを得るに至っている。本稿では、視覚心理に照らして状況を概括する。

1. 視覚心理と4次元画質

表1に視覚心理に対応させて画質を4次元に分類する考え方を示す⁸⁾。ディスプレイとは4次元存在を表現しようとするものであるが故に、このように分類すると網羅的発想が可能となる。第3次元においては、スチープンスの法則：“輝度感覚は輝度(L)の平方根ないしは立方根に比例する”が知られている。300:1は明順応下における黒の弁別限界である⁹⁾。

2. 課題と克服策

表2にCRT投写型ディスプレイの課題と克服策を示す。同表で◎は光学領域での革新に相当し、○は特にマルチスクリーン方式において近年注目されている技術である。同表の非球面投写レンズは、米国USPL社(US Precision Lens Co.)によって創始され、'70年代末にはF/1.0の高効率型の原型が完成され²⁾、以降広画面角化ハイブリッド化が図られ、現在では、2kTV本F/1.1クラス

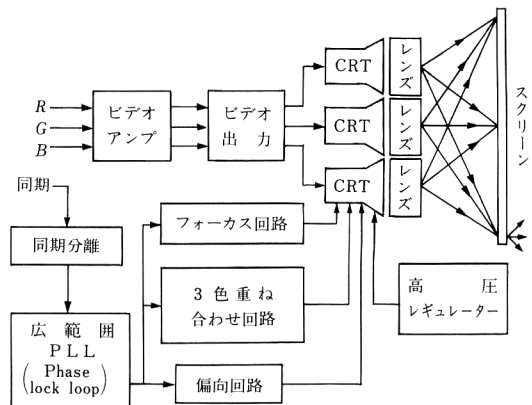


図1 投写型ディスプレイの構成。

表1 視覚心理と4次元画質。

次元	意味	メリット指数	視覚の弁別限界
①水 平	精細度	総画素数	視力1.0は
②垂 直	精細度	解像度	1画素/分に相当*
③深 さ	忠実度	コントラスト比	約300:1 $\Delta L/L \approx 1.6\%$
④時 間	チラツキ	毎秒のこま数	フェリーポータ則

* 1200本/20度=600 cycle/20度

表2 CRT投写型の課題と克服策。

次元	課題	策	
1 x	フォーカス	◎ 非球面レンズ	'77頃
		○ 電磁非点制御	'95
2 y	総画素数	○ マルチスクリーン	'85
		○ 曲線補間式デジコン	'89, '91
3 z	コントラスト	◎ 高性能BSスクリーン	'82
		◎ オプティカルカップリング	'83
4 t	一様性	○ デジタルシェイディング	'95
	安定性	○ A B ² C ²	'91
	蛍光体劣化	○ 画像 摂動式 平滑化	'95
	フリッカー	○ 垂直走査高速化変換	'95

スのものが実現されている。その他の策の各末尾の年次は、日立製作所が各関連メーカーの協力を得て業界に先行して公開展示または製品化した年次である。

図2に、CRT-レンズ間のオプティカルカップリングによるコントラスト比改善経過を示す³⁾。改善原理は界面における屈折率の整合無反射化および周辺部黒色塗装

CRT projection displays (1996年2月1日受理)
Masanori OGINO (株)日立製作所情報映像事業部 (〒244 横浜市戸塚区吉田町 292)

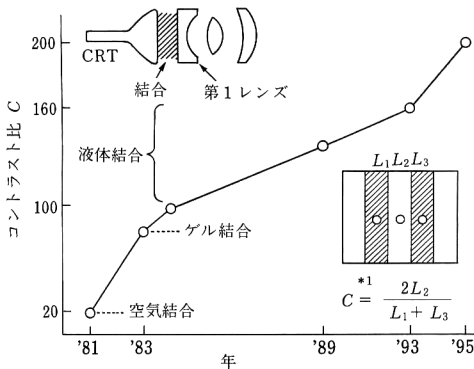


図2 コントラスト比改善経過 (*¹ International Electrotechnical Commission Publ., 107, 1960 による)。

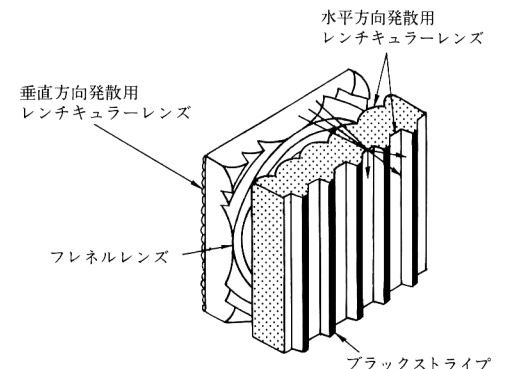


図3 ブラックストライプスクリーン。

表3 望まれる目標特性と現状の比較。

次元, 項目	目 標	CRT 投写型* ¹	TN 液晶投写型
1, 2, 総画素数	500 万	200 万	100 万
3, 静的再現域 (全白/全黒)	1 k 以上	1 k 以上	約 300
コントラスト比 (IEC Pub 107)	300 以上	200	約 80
4, 応答速度	20 ms 以下	10 ms	約 30 ms
1, 2, 3, 耐じん性	ゴミによるフォーカス, コントラスト劣化のないこと	CRT-レンズ間 無反射冷媒結合技術に よって克服済み	克服中?

*¹ T-5 シャシ (日立製作所) の例。

の反射低減であって、当初比約 10 倍の革新が達成されている。同時に、管面冷却による長寿命化、ゴミ付着排除および冷媒の膨張収縮に伴う屈折率の変化を利用したハイブリッドレンズの焦点位置変化の補償という一石四鳥の効果を有する。

図3に高性能BSスクリーンの外観を示す⁴⁾。同図から理解されるように、地肌が黒くてしかも光透過率が高いという特長を有する。近年はさらに光拡散層の出射面への集中層化およびARコート (anti-reflective coating) 化が行われている。

図示を略すが、デジタルコンバージェンス方式は区間毎曲線補間方式が'89年には2次曲線式で⁵⁾、'91年には3次曲線式⁶⁾で具現化され、本格採用が可能となった。さらに近年には、スクリーンの周囲に8個の光検出器を配置し、地磁気に起因する色ずれをボタンひとつで自動解消できる方式が家庭用に実用化された⁷⁾。

表3に、望まれる目標特性と対比して現状を示す。今世紀中にはこれらの課題が克服されるものと期待される。さらには、大画面を経由して、コンピューターに代

表される道具類の有効活用を図るための入力インターフェースを充実していくことが今後の課題であろう。

文 献

- 1) J. C. Stevens and S. S. Stevens: "Brightness function: Effects of adaptation," J. Opt. Soc. Am., **153** (1963) 375-385.
- 2) R. L. Howe and B. H. Welham: "Developments in plastic optics for projection television systems," IEEE Trans. Consumer Electron., **CE-26** (1980) 43-53.
- 3) M. Ogino, T. Yamada and K. Ando: "Key technologies for high definition displays," International Television Symposium in Montreux (1989) pp.128-150.
- 4) 荻野正規: "投写用スクリーン", 特公平 7-19029, 10月6日(1981)出願.
- 5) M. Shiomi, M. Ohsawa, K. Ando, T. Sakamoto, I. Yuki, K. Ozeki and K. Matsumi: "A fully digital convergence system for projection TV," IEEE Trans. Consumer Electron., **CE-36** (1990) 445-453.
- 6) M. Ogino: "Projection displays—Past and future," SID '94 Digest (1994) pp. 223-226.
- 7) 野口泰司, 木村雄一郎, 松本健一, 松見邦典: "投写形TV用オートセットアップデジタルコンバーゼンスシステム", 信学技報, **95** (1995) 25-30.
- 8) M. Ogino: "Key technologies for high-definition displays," 16th International Television Symposium—Montreux (1989) pp.128-150.