



【技術解説】

小型高輝度液晶データプロジェクタ

High-Brightness Compact LCD Data Capable Projector

海崎一洋、出口雅晴、中谷勝則

日立製作所(株)デジタルメディアシステム事業部



要旨

企業や学校におけるパソコンの普及が進み、会議、研修、教育、プレゼンテーションが従来のOHP中心からパソコンと液晶プロジェクタを組み合わせて使うスタイルに変化してきているため液晶プロジェクタの市場拡大が続いている。プロジェクタには、前面投写のフロント式プロジェクタとボックスタイプのリア式プロジェクタがあり、それぞれに特長がある。リア式は周囲の外光の影響を受けにくいいため、コントラストのある高画質画面を実現できるが、持ち運びには不向きであり、画面サイズは固定される高価なシステム構成となる。一方、フロント式は一般に外光や室内照明の影響をうけるため、遮光したり部屋の照明を落として使うなどの対応が必要になるが、持ち運びが容易で、画面サイズが自由に選べるという特徴がある。1995年以降、フロント式プロジェクタ市場は、長い歴史のあるブラウン管を使ったCRTプロジェクタから、液晶やDMD（デジタルマイクロミラーデバイス）を使ったプロジェクタに代替が進んでおり、需要が急進している。今回は、フロント式の液晶プロジェクタを中心に述べる。

1. はじめに 液晶データプロジェクタの市場動向

液晶プロジェクタにはビデオ映像を主体とした市場(主に民生用)とパソコン映像を主体とした市場(主に業務用)がある。ここでは後者の業務用液晶データプロジェクタ(以下「液晶プロジェクタ」と記述)の市場について述べる。近年の世界需要予測をグラフ化したものを図1に示す。

パソコンを使ったプレゼンテーション用途を中心に、液

晶プロジェクタの生産台数は着実に拡大している。液晶プロジェクタの主な用途は、企業内の会議、研修、各種プレゼンテーションや、学校における教育、講演等でパソコン画面を大画面に投写するツールとして使われる。液晶プロジェクタに対する市場ニーズを分析すると、①高輝度、②高精細、③小型、軽量、④多機能が求められている。

データプロジェクタ世界市場予測(解像度別)

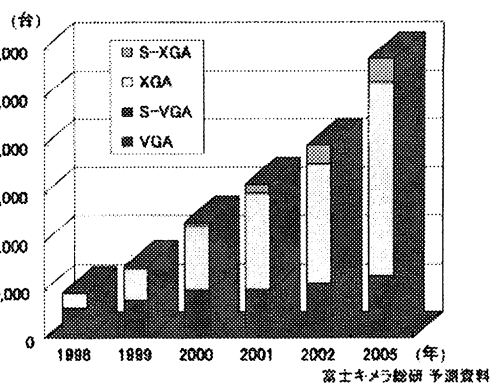


図1 液晶プロジェクタの市場動向

1.1 明るさと解像度

明るい場所や部屋で大画面を実現するために液晶プロジェクタに要求されるニーズでもっとも重要なのは「明るさ」である。近年市場が着実に拡大しているのも、明るさが向上し部屋の照明を落とさなくても使えるようになり、活用シーンが広がってきたことが要因である。質量5~10kgの「ポータブル機」の平均的な明るさは平成11年では1600~2000lm(ルーメン)であったが、平成12年

は2000 lm以上に向上してきている。更に大ホール向けの高輝度のものは3000lm～10000lmのプロジェクタも市場投入されている。

また、液晶データプロジェクタは主にパソコン画面を投写する関係上パソコンの動向がプロジェクタのニーズに強く影響する。図1では台数の増大とともに高解像度(XGA)の比率が増大しているのが分かる。これは液晶プロジェクタに主に接続されるノートパソコンの表示画面がSVGA(48万画素)からXGA(約78万画素)に移行していることにリンクしたものである。平成11年以降、SXGA(130万画素)解像度のプロジェクタの製品化も始まったが、数年で主流になることは考えにくい。理由は主に接続されるノートパソコンの画面表示と大きさが相反関係にあり、14型程度の液晶画面にSXGA画素を表示すると文字が小さすぎて読みにくく、逆に16型以上の画面ではノートパソコンが大きすぎ利便性が薄れるためである。そのため、SXGA画面のノートパソコンは、急速には主流にならないと考えられ、液晶プロジェクタのSXGA化はデスクトップ用やCAD、EWS用として徐々に増加してゆくものと予想される。

1.2 小型・軽量

明るい「ポータブル型」のプロジェクタは5kg以上の質量をもつが、一方最近5kg以下の小型、軽量の「モバイル機」の比率が市場構成比で45%を占めるようになってきている。これは、出張先や顧客先で手軽にプレゼンテーションをしたいとのニーズと、明るさも800～1000 lmあれば小さな部屋では十分使えるため、明るさよりむしろ価格が安いほうがよいと考えるユーザーがいるためである。

1.3 使い勝手と高機能化

これまで述べた「明るさ」、「高精細化」、「小型・軽量化」のほかに、回路技術、マイコンソフトの進歩により、「高機能化」も進展している。最新型では、「台形歪み補正機能」「PinP(ピクチャーインピクチャー)」「部分拡大機能」等、プレゼンテーションを手軽に、インパクトのある効果的なものにする機能が付加されユーザーの利便性を高めている。

以上市場動向のポイントをまとめると、以下の4点である。

- ①明るさがポータブル機で2000 lm以上と明るくなってきている。
- ②高精細XGA機の比率が60%強へ拡大してきた。
- ③小型機(モバイル機)の比率が45%を占めるように

高まった。

- ④プレゼンテーションに便利な多機能化が進んでいる。

2. 液晶プロジェクタのしくみ

液晶プロジェクタのしくみを簡単に述べると、ランプからの白色光をR(赤)、G(緑)、B(青)の3色に分離し、それぞれの色毎に、液晶パネル(すなわち3枚)を使って、画素毎に通す光と遮断する光を制御し、再び3つの光を合成することにより、入力された電気信号に応じた画像を描き出すという原理である(図2参照)。

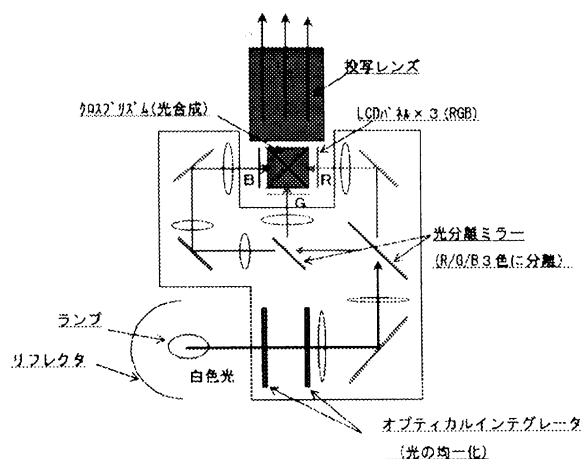


図2 光学系原理図

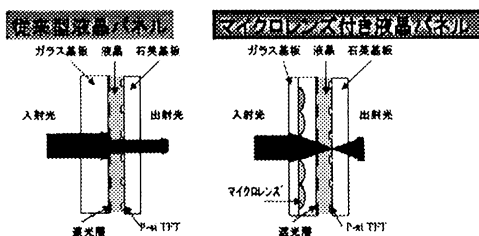
ランプ、液晶パネル、光学系、電気回路と広範囲の技術を使いこなす必要があり、それぞれのキーパーツ毎に技術革新が急速に進んでいる。

- ①ランプは、現在放電方式の高圧水銀ランプが主流である。小型で発光効率が高く、アーク長が短く点光源に近いため液晶プロジェクタには広く使われている。

- ②液晶パネルには、透過型のポリシリコン(多結晶)TFTパネルが使われているが、その特長は小型で高精細、電子の移動度が高く(ノートパソコンなどに使われているアモルファスシリコンに比べ約50～100倍)光透過率がよい上に、パネルの中にLCDドライバーやレベルシフター回路などを内蔵でき、システムオンパネルを実現できるため、コストダウンや小型化が可能な点である。パネルサイズは、3000lmを超える高輝度機では1.8型、ポータブル機以上で1.3型が主に使われており、モバイル機用に0.9型、0.7型が使われている。それぞれのパネルサイズで、XGA、SVGAの解像度がある。また、光の利用効率をあげるために、一つ一つの画素毎に小さなレンズをつけて、光を集めるマイクロレンズの技術が開発されており、高輝

度モデルに採用されている(図3参照)。

③光学系については、プロジェクタの高解像度化、明るさアップ、小型化の流れにそって性能向上が図られてきている。画面を大きく拡大して投映するため、カメラ用のレンズより高性能の仕様を要求され、光を平行光にして、画面の均一化や色のバラツキを補正するオプティカルインテグレータ、解像度が高くなるほど接合精度を要求されるクロスプリズム、光の位相を合わせるPBS(ポラライゼーション・ビーム・スプリッタ=偏光変換器)など、新しい技術開発が進んでいる。



③ 従来、透光層で光がケラレ、無駄になっていたがマイクロレンズで透光層を避けて出力されるため出射光が増える

図3 マイクロレンズの効果

④回路面では、ノートパソコン搭載の液晶ディスプレイの解像度と液晶プロジェクタの解像度が異なる場合などで、画面の位置やサイズがずれて正しく表示されなかったり、画素が間引かれて数字などがうまく読めないなどの問題がおきた例があったが、最近のプロジェクタは「オートアジャスト機能」を採用し、改善されている。

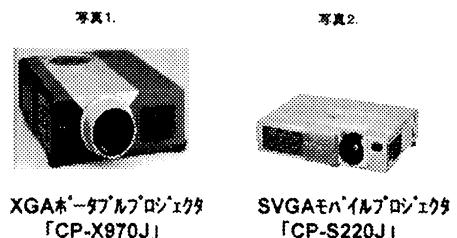
⑤明るさの表示は光出力をlm(ルーメン)の単位で表示する。ANSI(American National Standards Institution)の測定方法に基づき、測定するため、ANSIルーメンと記述する。この方法はスクリーン画面を9分割し、それぞれの中心点で照度を測定し、その平均値を出して、ルーメン値に換算する。画面中心だけが明るく、周辺が暗い画面では数値が低くなる。

3. 液晶プロジェクタの仕様と特徴

以上述べてきたような技術動向、ユーザーニーズの動向を背景として、以下日立製作所の液晶プロジェクタのうち、①明るく多機能のニーズに対応したリアルXGA液晶プロジェクタ、また②明るく小型のニーズに対応したリアルSVGA液晶プロジェクタを代表事例として取り上げ、その特徴について解説する。

①「CP-X970J」は平成12年8月発売で、1.3型マイクロレンズ付ポリシリコン(P-si)液晶パネルを採用し、光学系の最適設計と明るい190W UHB(Ultra-High-Brightness)ランプの使用により2100ANSIルーメンの明るさを達成したXGA対応液晶プロジェクタである。機能面でも「台形歪み補正」「P in P」「左右反転」「部分拡大」「フリーズ機能」「電動ズーム」「レーザーポインタ機能」等、手軽にインパクトのあるプレゼンテーションをサポートする機能を満載している(写真1)。

②「CP-S220J」は平成12年8月発売の小型・軽量を特長としたモバイル機で、0.7型ポリシリコン液晶パネルを採用し、光学系の最適設計と130W UHBランプの使用により800ANSIルーメンの明るさを達成したSVGA対応液晶プロジェクタである。(写真2)



(1) 高輝度化

CP-X970Jでは、マイクロレンズ付き液晶パネル、オプティカルインテグレータ、偏光変換による高光利用効率照明光学系、高出力(190W)短アーク長(1.3mm)UHBランプ、および低F値(F1.7)投射レンズを採用し、明るさ2100ANSI lmを実現した。また、CP-S220Jでは、オプティカルインテグレータ、偏光変換による高光利用効率照明光学系、高出力(130W)短アーク長(1.1mm)UHBランプ、および低F値(F2.0)投射レンズを採用し、明るさ800ANSI lmを実現した。

(2) 小型、軽量化持ち運びにスムーズなシンプルなデザインとし、CP-X970Jで5.9kg、CP-S220Jで2.4kgの軽量化を達成した。

(3) プレゼンテーションに便利な多機能化プレゼンテーションの表現力を強化させるため、(a)台形歪み補正機能、(b)P in P(Picture in Picture)機能、(c)部分拡大機能、(d)フリーズ機能、(e)レーザーポインタ付リモコン、(f)USB端子、(g)プラグ&プレイ機能などを搭載した。

3.1 光学系構成と特徴

小型高輝度化実現の為、XGA対応液晶パネルのマイクロレンズ採用による実効開口率向上 (CP-X970J)、非球面プラスチックレンズの投射レンズへの適用 (CP-S220J)、さらにランプを含む光学系の効率改善を行っている。

(1) 光学系の構成及び特徴

開発した光学系構成図 (CP-X970J) を図4に示す。光学系は、光源のランプ、ランプ光束を液晶パネルに照明する照明系、R (Red)、G (Green)、B (Blue) 3色に分離する色分離系、3枚のマイクロレンズ付液晶パネル、3色の液晶パネルの画像を合成する色合成系と液晶パネル上の映像をスクリーンに投影する投射レンズで構成されている。

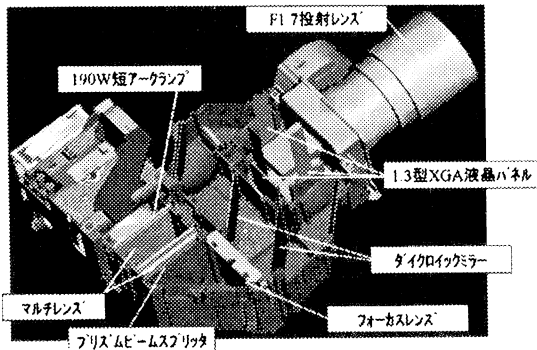


図4 開発した光学系

(2) 光学系の特徴

①高開口液晶パネルの採用

CP-X970Jでは、1.3型XGA解像度のマイクロレンズ付液晶パネルを採用することにより、液晶パネルの実効開口率を約2割向上し、液晶パネルの透過率を向上した。また、CP-S220Jでは、小型化を目的とし、0.7型SVGA解像度の高開口液晶パネルを採用している。

②大口径、広角投射レンズの開発

CP-X970Jでは、上記マイクロレンズ付液晶パネルの実効開口率向上効果を十分に引き出すため、ポータブルタイプではトップクラスの、明るいF1.7の大口径 (低F値) のマルチコーティング投射レンズを開発した。一方、CP-S220Jでは、小型化と広角化を実現するため、非球面プラスチックレンズを適用し、F2.0でありながら、小型化と広角化 (1.5mの投射距離で50型画面) の両立を実現している。

③短アーク長UHBランプの適用

マルチレンズによるオプティカルインテグレートと偏光変換からなる照明光学系においては、光利用効率向上のため平行度の良い光源、すなわち短アーク長ランプが必要となる。従来、アーク長1.3mmクラスのランプは100～150Wの出力であったが、CP-X970Jにおいては、明るい190Wランプを適用した。高出力ランプには効率良い冷却が必須であるが、今回リフレクタと前面ガラス一体の半密閉空間内にある光源部を効率よく強制空冷する構造を設け、ランプの短アーク長と高出力を両立させている。また、CP-S220Jでは、全体を小型化するため、上記同様に冷却構造を工夫し、アーク長1.1mmの130Wランプを適用した。

④ラスタサイズ、ミラー最適化による明るさ向上

第1マルチレンズ、第2マルチレンズ、コンデンサレンズは、液晶パネル面に入射する照明光の照度分布が均一でかつ光束量が最大になるように、液晶パネルの有効表示領域よりもわずかに大きく照明光のラスタサイズが最適設計される。しかし、量産においてはマルチレンズがガラスモールドにて製造されるため、各レンズアレイの曲率半径や光軸の偏芯がばらつくことがある。設計よりもラスタサイズが小さい場合は、周辺照度の低下や色ムラが発生する。一方、設計よりもラスタサイズが大きい場合は、光束量が低下する。そこで、ラスタサイズを拡大したい場合にはマルチレンズ間隔を狭く調整し、ラスタサイズを縮小したい場合にはマルチレンズ間隔を広く調整すべく、調整機構を設けた。これにより、量産時に最適なラスタサイズを設定できるようにし、マルチレンズのばらつきが光束量等品質に影響しないようにした。

また、色分離ユニットにおけるダイクロイックミラーは従来に比べ選択波長のバラツキが大きく、これにより光束量のバラツキが大きいという問題があった。これに対し、今回、内部のミラー波長の最適化を図り、さらに組み合わせ使用を行うことにより明るさ等性能バラツキを抑えている。

3.2 回路技術、マイコンソフトによる多機能化

プレゼンテーションの操作性と表現力を向上させるために既に、プロジェクタ自身が持っている解像度以外の入力映像信号を高画質に拡大縮小して表示する「Hi-リサイジング機能」、強調したい再生画面を部分的に拡大する「部分拡大機能」や入力信号を変化させてもその前の画面をそのまま保持する「フリーズ機能」、レーザーポインタ付リモコン、リモコンでパソコンのマウス操作を実現する「リモコンマウス」、パソコンの映像出力を自動設定できる

「プラグ&プレイ」等、数多くの機能を、回路技術・マイコンソフトにより実現してきた。

CP-X970J、CP-S220Jでは、上記機能に加えさらに、プロジェクタをあおり投写すると生じる画像の歪みを補正する「台形歪み補正機能」、パソコン画面中にビデオ映像をはめこむ「P in P機能 (CP-X970Jのみ)」を搭載しているため、以下に説明する。

(1) 台形歪み補正機能

設置環境の制約から、スクリーンと液晶プロジェクタが相対的に傾いて設置（あおり投写）されることによって表示画像が台形に歪んでしまう場合が多発する。この歪んだ画像を、Hi-リサイズング回路を高精度に駆使して入力映像信号を逆補正して液晶パネルを駆動することにより、歪みのない画像をきれいに表現することができる（図5参照）。

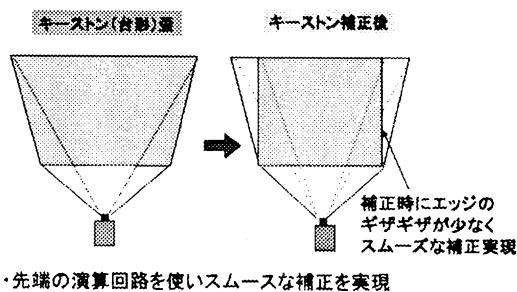


図5 台形歪み補正機能。スクリーン設置の制約で生じた台形歪みをHi-リサイズング回路によりで手軽に補正できる。

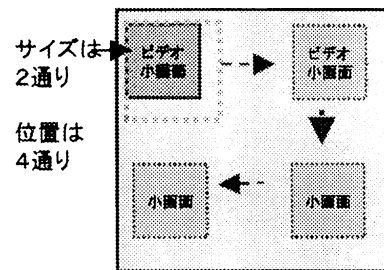
(2) P in P (Picture in Picture) 機能

CP-X970ではパソコン画面の中にビデオ画像を流すことができる。ビデオ画像の子画面は大小の2サイズ、表示位置は4コーナーから選択可能である。

CP-X970Jではパソコン画面を見せながらのテレビ会議や、遠い席からでも発言者が見えるよう顔を映しながらのプレゼンテーション、VTR等の補足資料の上映など、パソコン画面の中にビデオ画像を流すことによって、液晶プロジェクタの使用シーンが広がる。パソコンの静止画像では表現しきれないものも動画で同時に表現でき、さまざまな用途で効果的な発表を行うことができる（図6参照）。

その他、ノートPCの周辺機器接続端子として普及が進むUSB接続でのリモコンマウス操作、日本語メニューの追加など、使い勝手の一層の向上を実現している。

パソコン画面にビデオ子画面を再生可能



事例:「地図情報」に「現地のビデオ映像」を写す
「製品説明資料」に「書画装置の映像」を加える
「インターネット画像」と「テレビ会議の映像」を写す

図6 P in P (Picture in Picture) 機能。パソコン画面の中にビデオ画像を流すことができる。ビデオの子画面は大・小の2サイズ、表示位置は4コーナーから選択可能である。

4. おわりに

ここでは、①XGA対応の高輝度ポータブル液晶プロジェクタと、②SVGA対応の小型モバイル液晶プロジェクタについて述べた。今後は、さらに高輝度化、高精細化、小型化、低コスト化といったニーズにこたえた液晶プロジェクタの技術開発がすすむと予想される。

【代表著者】

海崎一洋

(株)日立製作所 デジタルメディアシステム事業部 映像機器設計部

【略歴】

海崎一洋：1983年日立製作所入社、デジタルメディアシステム事業部映像本部 映像機器設計部所属。

現在、液晶プロジェクタ回路系の開発に従事。

出口雅晴：1985年日立製作所入社、デジタルメディアシステム事業部映像本部 オプトユニット設計部所属。

現在、液晶プロジェクタ光学系の開発に従事。

中谷勝則：1982年日立製作所入社、デジタルメディアシステム事業部映像本部 機構設計部所属。

現在、液晶プロジェクタ構造系の開発に従事。