

# 小型液晶データプロジェクタ TLP650 シリーズ

TLP650 Series Portable LCD Projector

渡邊 浩平  
WATANABE Kohei

近年、ノート型パソコン(PC)とともに持ち運び、プレゼンテーションに使用できる小型液晶プロジェクタの需要が高まっている。

当社は、1999年7月に、書画カメラ付き小型液晶データプロジェクタ TLP651 を発売した。TLP650 シリーズは、XGA(1,024 × 768 画素)の A4 サイズ高輝度 3 板式液晶データプロジェクタである。業界最高の明るさと最小クラスの大きさを実現し<sup>(注1)</sup>、自動台形補正機能、オーバレイ機能などを搭載した。

In recent years there has been increasing demand for portable LCD projectors for use in presentations with notebook PCs. In July 1999, Toshiba commenced sales of the TLP651 portable LCD projector, which is equipped with a document-imaging camera. The TLP650 series is an A4-size, high-brightness, 3-LCD projector with XGA resolution (1,024 × 768 pixels) panels. This is the brightest and smallest class of 0.9-inch 3-LCD projectors. It also has automatic keystone correction and overlay functions.

## 1 まえがき

PCを使用したプレゼンテーションの普及に伴い、RGB(赤、緑、青)信号入力に対応した液晶データプロジェクタの需要が高まっている。特に、近年ではPCの小型化に伴い、液晶プロジェクタとノート型PCを持ち歩いて、客先などでプレゼンテーションをするモバイルプレゼンテーションが流行している。このため、液晶データプロジェクタにおいても、小型・軽量化の要求が高くなってきている。更に、プレゼンテーションは会議室で行われるため、メモをとることのできる程度の明るさで行われることが多く、プロジェクタの明るさも重要である。

今回開発した液晶データプロジェクタ TLP650 シリーズ(図1)は、3板式液晶プロジェクタとしては、業界最高の1,000lm(ANSI:米国規格協会)の明るさを実現しつつ、最小クラスの大きさを実現した。

なお、同一デザインで SVGA(800 × 600 画素)モデルの TLP450 シリーズも同時に発売した。



図1. 小型液晶データプロジェクタ TLP651 書画カメラ付きの小型液晶データプロジェクタで、業界最高の明るさと最小クラスの大きさを実現した。  
TLP651 portable LCD projector

## 2 光学系の概要

TLP650 シリーズは、小型化を実現するため新たに 0.9 型(有効領域対角 23mm)の液晶パネルを採用している。一般に、液晶パネルのサイズを小型化すると光の利用効率が下がるため、プロジェクタの明るさは減少してしまう。しかし、TLP650 シリーズは、マイクロレンズ付き液晶パネル、両偏光利用光学系、小型 150 W 高圧水銀ランプの採用によ

(注1) 0.9型3板式液晶プロジェクタ中(1999年7月現在)

り、1.3型液晶データプロジェクタ並みの明るさを得ている。

### 2.1 マイクロレンズ付き液晶パネル

液晶パネルは、図2に示すように、配線、TFT(Thin Film Transistor)、及び画素電極で構成されている。このうち、光を透過するのは画素電極の部分だけである。

一般的に、液晶パネルを小型化すると開口率(光を透過する部分の比率)は低くなる。

例えば、0.9型パネルの開口率は43%である。しかし、図3

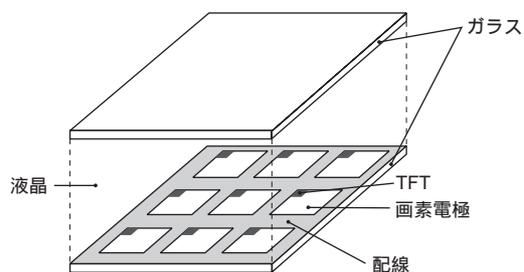


図2 .TFT 液晶パネルの構造 TFT 液晶パネルは画素電極，TFT，配線領域で構成されている。  
Structure of TFT-LCD panel

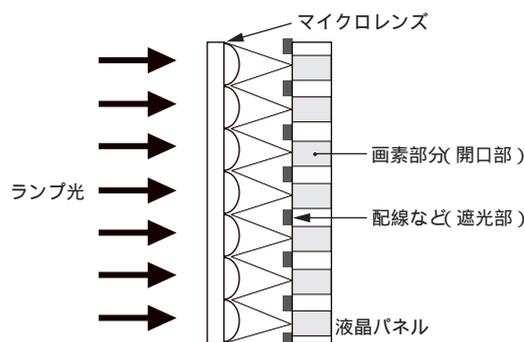


図3 . マイクロレンズ付き液晶パネル マイクロレンズにより集光させ、実効開口率を向上させている。  
LCD panel with microlenses

のように液晶パネルの画素部分一つ一つに光を導くレンズ(マイクロレンズ)を設けることによって、実効的な開口率を60%に向上させている。

TLP650シリーズとTLP450シリーズに使用している液晶パネルの仕様を表1に示す。TLP450シリーズ用パネルは、SVGA仕様のため開口率が高いので、マイクロレンズは使用していない。

表1 . TLP650, TLP450シリーズ用液晶パネルの比較  
Comparison of LCD panels of TLP650 and TLP450 series

項目	TLP650/651用 XGAパネル	TLP450/451用 SVGAパネル
画面サイズ (mm)	18.504 × 13.896	18.492 × 13.892
画素ピッチ (μm)	18 × 18	23 × 23
画素数	1,028 × 772	804 × 604
ドットクロック (MHz)	65	40
マイクロレンズ	あり	なし
開口率 (%)	43	54
実効開口率 (%)	60	-
コントラスト比	300 : 1	300 : 1

## 2.2 両偏光利用光学系

液晶パネルは、液晶に電圧をかけると通過する偏光の軸が回転することを利用して、画像を表示するものである。偏光には、横波(P波)と縦波(S波)があり、この液晶素子ではS波の偏光を使用している。一般的に、偏光を得るには偏光フィルタが用いられるが、偏光フィルタは入射された光のうち、特定の方向の偏光成分だけを透過し、それ以外の成分は吸収する。このため、原理的に、光の透過率は50%以下になる。両偏光利用光学系は、利用されないP波を利用できるS波に変換する技術であり、これを使用することにより約1.5倍の明るさを得ることができる。

両偏光利用光学系には、いくつかの方式が存在する。このうち、一般的に液晶データプロジェクタには、以下のような偏光変換素子が用いられている。

偏光変換素子の動作原理を図4に示す。偏光変換素子は、偏光ビームスプリッタと位相差板で構成されている。ランプから照明される光は、P波成分とS波成分の両方を含む自然光である。

偏光ビームスプリッタは、P波を透過してS波は反射する性質を持っている。また、位相差板は入射光の偏光軸を90度回転させ、P波をS波に変換する。入射光のうちP波成分はそのまま直進し、位相差板でS波に変換されて透過し、一方、S波成分は偏光ビームスプリッタで2回反射されて透過する。このようにP波成分をS波成分に変換して高輝度化を達成している。

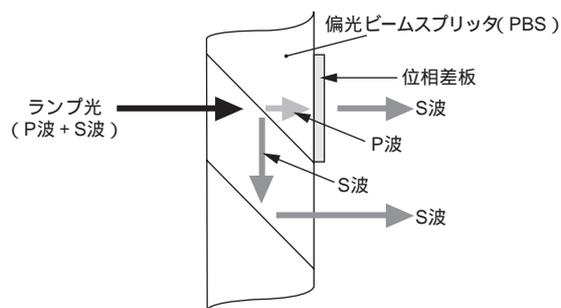


図4 . 両偏光利用光学系の原理 P波成分はPBSで分離され、位相差板でS波に変換される。  
Principle of polarization conversion system

## 2.3 小型150Wランプ

TLP650シリーズでは、従来までの120W高圧水銀ランプに替わって、新たに150Wの高圧水銀ランプを採用し、従来比25%の高出力化を図った。また、リフレクタは小型化したものを使用して、セットサイズの小型化に対応している。従来のランプ(TLP710用)と、今回新たに採用したランプの写真を図5に示す。



小型150 Wランプ 従来の120 Wランプ

図5．高圧水銀ランプ TLP650に採用した小型150Wランプは、高出力化とともにリフレクタを小型化した。UHP lamps

### 3 回路の概要

TLP650シリーズの回路構成を図6に示す。ここで、スケラ IC は、画像の縮小・拡大などの処理をしており、ASIC(用途特定 IC)は、後述する書画オーバーレイ機能などの処理をしている。回路の小型化のため、ワンチップデジタルビデオデコーダ IC、新スケラ IC、PLL(Phase Locked Loop)回路内蔵3チャンネルアナログ/デジタル(A/D)コンバータ ICを採用して従来の回路を一新し、回路面積を従来の1/2以下に縮小した。各回路を構成する主要チップ数の、従来モデル(TLP710)との比較を表2に示す。

TLP650シリーズの新機能として、色むら補正回路、自動

表2．各回路ブロックの主要IC数の比較  
Number of main ICs in each circuit block

項目	TLP710シリーズ	TLP650シリーズ
ビデオ信号回路	5	1
RGB信号回路	9	3
スケラ回路	7	5
液晶ドライブ回路	10	10

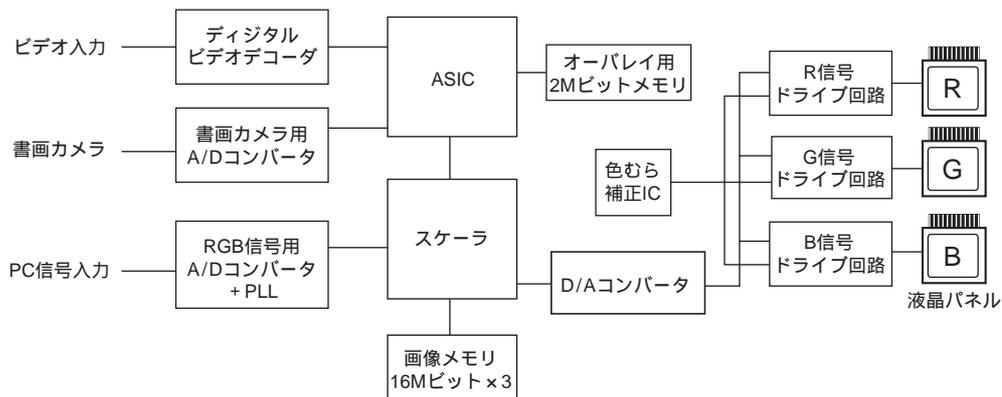


図6．TLP650シリーズの回路構成 新規ICの採用により、部品点数を大幅に削減した。  
Block diagram of electric circuit

台形ひずみ補正回路、オーバーレイ機能、テキストモード付き書画カメラを搭載した。以下、これらの新機能について述べる。

#### 3.1 色むら補正回路

3板式液晶データプロジェクタでは、ランプからの光をRGBそれぞれの色成分に分け、RGB3枚のパネルに照射し、パネルを透過した光を再び合成して投影している。このため、RGBのパネル間で、特性が異なっていると色むらが発生する。例えば、液晶パネルは2枚のガラスの間に液晶を封入したものであり、この2枚のガラス間の距離(ギャップ)が均一でない場合には、画面内の明るさのむら(ギャップむら)となって現れる。このむらは、液晶パネル1枚ごとに異なり、RGB3枚のパネルでギャップむらの特性が異なると、前述のように色むらとなる。この色むらを少なくするために、従来は1台のプロジェクタに使用するRGB3枚のパネルに、ギャップむら特性の類似したものを組み合わせて使用するなどの手法を用いていた。しかし、特性の類似したパネルを組み合わせても、色むらは完全になくすことはできず、またコスト高の要因にもなっていた。

TLP650シリーズでは、新たに色むら補正ICを採用し、色むらを減少させた。色むら補正ICでは、画面を縦12、横16の192区画に分割し、この区画に応じた補正信号をドライブ回路に与えることによって、色むらを補正している。例えば、右上側の緑色のコントラストが不足して、マゼンタ色の色むらが発生していた場合、右上部分の緑色のドライブを強くすることにより色むらを補正している。

色むら補正のデータは、補正前の色むらを測定して、最適な補正データを工場出荷時に設定している。

#### 3.2 自動台形ひずみ自動補正機能

フロント投写式プロジェクタでは、プロジェクタ本体とスクリーンの位置関係が一定でないため、投影像が台形にひずむことがある。これを台形ひずみと呼んでいる。

TLP650シリーズは、図7(a)に示すように、あらかじめプロジェクタよりも上方にスクリーンがある場合に、正しく画面が表示されるように光学系が設計されている。

ところが、図7(b)に示すように更に上方にスクリーンがあった場合には、スクリーンの上側が広がり、台形にひずんでしまう。これは、レンズの中心線に対し、スクリーンが垂直でなくなるためで、図7(b)に点線で示した設計上のスクリーン位置に対して実際のスクリーンの上側が遠くなり、下側が近くなってしまふ。プロジェクタでは、投影像の大きさは、レンズからの距離に比例するので、上記のような台形ひずみが発生する。

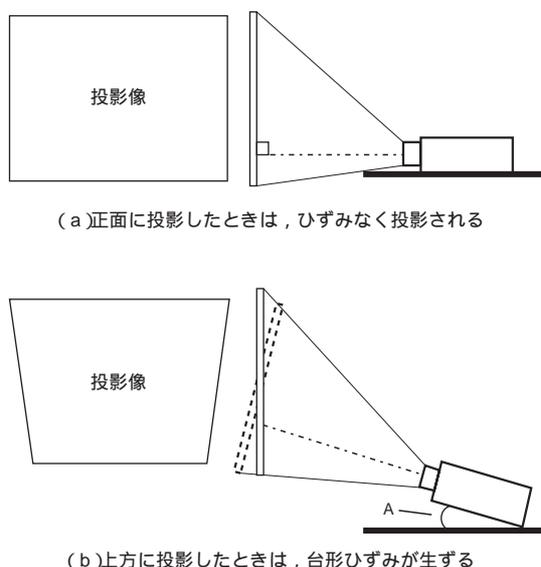


図7．投影像とプロジェクタの関係 投射角Aが0°以外のときには、台形ひずみが発生する。  
Projection and through angle

このとき、あらかじめ逆方向にひずませた映像を投影することにより、ひずみを補正することができる。このひずみ補正は、今回新規に採用したスケーラICで処理している。

TLP650シリーズでは、業界で初めてこの台形ひずみ補正を自動化した。自動台形ひずみ補正回路の原理図を図8に示す。傾き検出センサは重力センサで、プロジェクタの前後方向の重力を測定することにより、図7(b)における投射角Aを検出している。投射角Aがわかれば、スクリーンが垂直の場合のひずみ量を計算することができ、自動補正が可能となる。実際には、TLP650シリーズではズームレンズを使用しているため、投射レンズの焦点距離により補正量が異なってくるが、中間の焦点距離で代用して計算している。このようにしても、実用上問題ない精度を得ることができた。

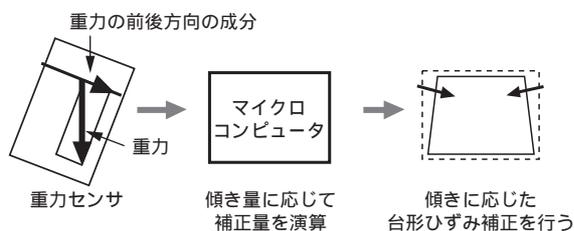


図8．自動台形ひずみ補正 プロジェクタの置かれた角度を重力センサで測定し、台形ひずみを補正する。  
Automatic keystone correction

### 3.3 オーバレイ機能

プレゼンテーション中には、画面の中の一部を指し示したり、強調したい場合が多く存在する。このため、従来からリモートコントロールユニットには、レーザーポインタ機能を搭載してきたが、TLP650シリーズでは書画カメラを利用して、プレゼンテーション画面を指し示したり、画面に書込みができるオーバレイ機能を搭載した。

オーバレイ機能とは、図9に示すように書画カメラで撮影した映像のうち、赤色と青色の部分をも、映像信号(RGB又はビデオ)に重ねて表示することのできる機能である。例えば、PCの映像を表示しているときに、オーバレイ機能を用いて強調したいときには、書画カメラで撮影している紙に赤色又は青色で図形を書き込めばよい。こうすれば、紙の上にかかれた図形のうち、赤色の部分は赤色で、青色の部分は青色で、それぞれPCの映像に重ねることができる。

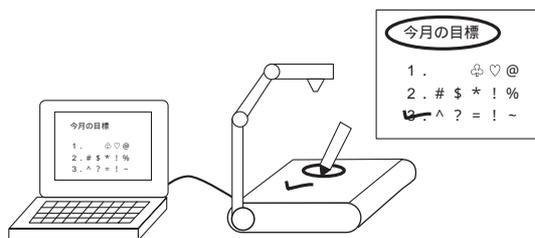


図9．オーバレイ機能 書画カメラで撮影した絵の赤色、及び青色部分を映像信号に重ねることができる。  
Overlay function

オーバレイ機能回路の構成を図10に示す。書画カメラからの入力、Y(輝度)、R-Y(色差赤成分)、B-Y(色差青成分)信号のベースバンド信号である。これらの信号は、書画カメラ用A/Dコンバータでデジタル信号に変換し、Y、R-Y、B-Y信号のレベルにより赤色の部分と青色の部分を示す信号が抽出される。具体的には、R-Y信号のレベルが大きいところが赤色部分として認識され、同様に青色部分もB-Y信号のレベルにより認識される。赤色及び青色の部分を

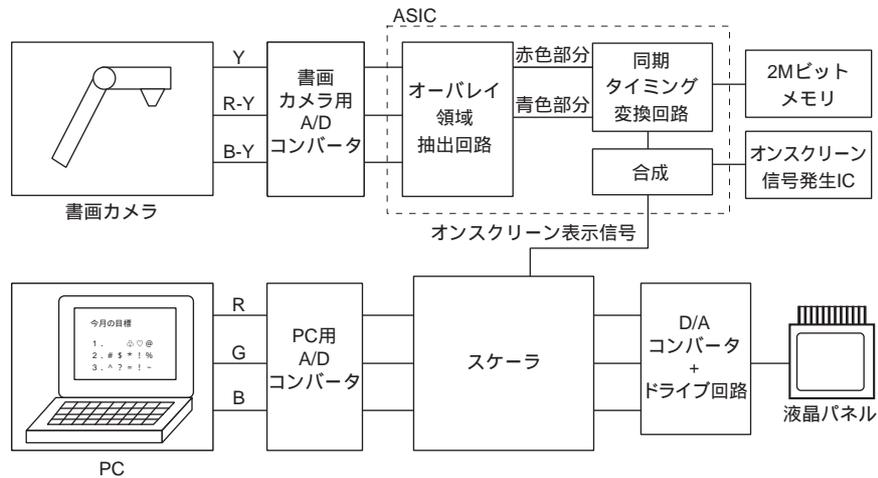


図 10 . オーバレイ機能回路の構成    オーバレイ信号は OSD( On Screen Display ) 信号として表示される。  
Block diagram of overlay function circuit

示す信号は、2 M ビットメモリで液晶パネルを駆動するタイミングに合わせて、オンスクリーン表示信号として映像入力信号に多重される。以上のように書画カメラの画像を映像信号に重ね合わせている。これらは図 10 に示すとおり、今回開発した ASIC で処理している。

### 3.4 テキストモード付き書画カメラ

書画カメラでは、一般的なカメラとは違い文書を写すことが多い。文書は、自然画とは異なり中間調がほとんどなく、平均的な反射率も異なっている。このため、画像を自然画で最適になるように調整した場合には、文書がぼけて見えてしまい、文書で最適になるように調整した場合には、自然画が不自然に見えてしまう。このため、TLP650 シリーズでは、文書を写すのに最適なテキストモードと、写真などの自然画を写すのに最適なフォトモードを切り換えられるようにした。各々のモードでは、コントラスト、シャープネスなどをそれぞれの画像に最適になるように切り換えている。

対応の 0.9 型 3 板式液晶データプロジェクタである。このクラスには、0.9 型の 3 板式液晶データプロジェクタと DLP™ (Digital Light Processing) <sup>注2)</sup> 方式の単板式プロジェクタがある。DLP™ 方式のほうが単板式のため、小型化には有利であると言われているが、TLP650 シリーズは液晶方式ならではの高輝度化を行いながら、かつ、DLP™ 方式のプロジェクタに近い大きさを実現できた。

市場は、今回開発したような小型軽量プロジェクタと、会議室などへの固定設置用の超高輝度プロジェクタとの 2 極に分かれつつある。モバイルプロジェクタは、更なる小型・軽量化とともに、静音化及び低価格化が求められており、一方、超高輝度プロジェクタは、高輝度化のほかに、高解像度、システム化などが求められている。

いずれにおいても、表示デバイス、ランプ、光学系、回路の総合力が求められており、今後とも新たな技術を取り入れて競争力のある商品を開発していきたい。

## 4 あとがき

PC 用のプロジェクタの需要は今後ますます増大すると考えられる。今回開発した TLP650 シリーズは、モバイル

(注 2) DLP は、米国 Texas Instruments Inc. の登録商標。



渡邊 浩平 WATANABE Kohei

デジタルメディア機器社 深谷映像工場 映像システム機器部主務。業務用液晶プロジェクタの開発・設計に従事。映像情報メディア学会会員。

Fukaya Operations - Visual Products