

# PDPの超高画質化技術・高効率化技術

Overview of Technologies of High Image Quality and High Efficiency for Plasma TVs

川原 功 笠原 光弘  
Isao Kawahara Mitsuhiro Kasahara

## 要 旨

フラットパネルディスプレイであるPDP ( Plasma Display Panel ) やLCD ( Liquid Crystal Display ) がCRT ( Cathode Ray Tube ) にとって代わり、ディスプレイの主流になって久しい。価格競争も進み、大画面フラットテレビであってもコモディティー化しているという見方もある。このような状況のなか、プラズマTVについては、自発光デバイスであり、従来から動画性能や色再現性、視野角特性などに優れているといわれてきたが、最近の2~3年においても、さらなる画質改善、パネル発光効率改善といった基本性能を改善する顕著な技術開発がなされ、商品に反映されている。ネイティブコントラスト500万:1の実現、発光効率の向上に加え、動画性能を一段と高めて、当社3DプラズマVIERAでの臨場感豊かな画像表現を可能にした超高画質化技術・高効率化技術について述べる。

## Abstract

Flat panel displays using Plasma Display Panel (PDP) or Liquid Crystal Display (LCD) have already become major devices for TVs, replacing conventional Cathode Ray Tubes (CRTs). Through the severe competition on prices, it is often said that even large-screen TVs have become just plain commodities. As for plasma TVs, however, being self-luminous and having been considered as a device with inherent advantages in terms of image quality, significant advancements have been achieved and introduced into the products in the past couple of years. This paper reports on technologies that allow 5 000 000:1 native contrast and improved luminous efficiency as well as important achievements on superb motion image quality which enables spectacular 3D experience with our Plasma VIERA.

## 1. はじめに

代表的なフラットパネルディスプレイであるPDPやLCDは、すでにCRTに代わってテレビ用デバイスとしての地位を確立している。価格低下も進み、デジタル放送への完全移行を間近に控えて、大画面テレビも広く普及しつつある。

PDPは、もともと動画性能や色再現性、視野角特性などに優れているデバイスといわれてきたが、特に最近の2~3年間、価格競争が熾烈ななか、500万:1のコントラストや動画解像度1080本といった基本画質性能や、パネル発光効率向上など、顕著な技術開発がなされ、商品に導入されている。

2010年には、PDPの特長である高速表示能力をさらに高めることに成功し、フレームシーケンシャル方式による3DフルHD ( High Definition ) プラズマVIERAを市場に投入した。画面の隅々までの高いコントラスト、良好な色再現特性、広い視野角特性など、自発光デバイスであるPDPの強みを最大限に生かすことにより、3DフルHDプラズマVIERAでの臨場感豊かな立体画像再生が実現した。本稿では、最近のプラズマVIERAに導入された、コントラスト改善技術、発光効率向上技術、および動画性能改善技術について紹介する。なお、高画質の3D画像再生を可能にした動画性能改善技術については、従来の2D映像を

再生する際にも、卓越した動画解像度性能を発揮する重要な技術であり、その開発アプローチを含めて説明する。

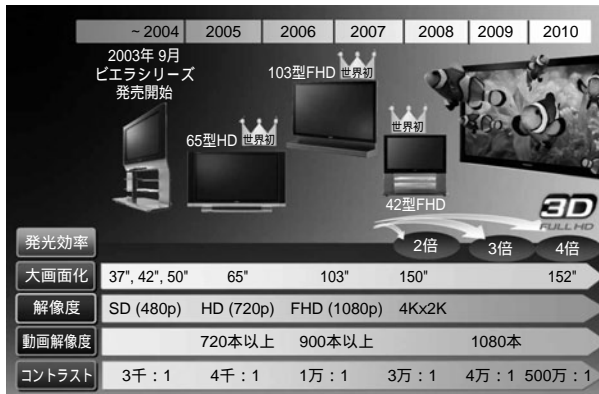
## 2. プラズマVIERAにおける性能向上

新規材料の開発、新パネル構造の導入、新駆動方式および新信号処理方式の開発により、最近のPDPは以下のような顕著な性能進歩が見られる。

- (1) ネイティブコントラストの改善
- (2) 明所コントラストの改善
- (3) 材料・デバイス・駆動改善による発光効率向上
- (4) 駆動・信号処理による動画解像度の向上
- (5) 短残光蛍光体による動画応答性能の改善

第1図に示すように、プラズマ開発の歴史は高画質化と高効率化に代表されるといってもよい。特にこの2~3年は、従来からの基礎研究の成果が結実し、発光効率、画質性能ともに、大きな進展がみられ、製品に導入されている。

当社は3Dテレビに対する急速なビジネス進展の動きをリーディングする形で、フルHD 3DプラズマVIERAを2010年春より市場投入したが、この好機を生かして、PDPのもつ高画質性能をさらに伸ばしたいという思いが生まれた。これを具現化する形で、もともと得意といわれてきた、コントラストや動画性能をいっそう向上させる積



第1図 プラズマVIERA開発の歩み  
Fig. 1 History of developing plasma VIERA

極的な技術開発も行われ、短期間で成果をもたらした。この結果、3DプラズマVIERAの高画質性能は、3D表示時だけにとどまらず、2Dでの表示性能も大きく向上させたことになり、より多くの消費者のメリットにつながっている。

### 3. コントラストの向上

#### 3.1 ネイティブコントラスト 500万:1の実現

PDPは自発光デバイスであり、透過型デバイスのようなバックライトを必要とせず、各画素のRGBセルごとに独立して発光輝度を制御できる。このため、バックライトからの光漏れがなく、原理的に高いコントラストや良好な視野角特性が得られる潜在能力をもっている。フルHDプラズマでは6 220 800個の画素セルごとに、独立した発光制御が可能であり、高いコントラストや広い視野角を生かして、きめ細かく質感豊かに映像表現ができるデバイスである。

プラズマVIERAでは、この高い潜在能力を引き出すために、予備的発光である初期化放電での発光を最小化すべく、電子放出源である新材料の開発と、これに合わせて駆動波形を最適化し、従来より低電圧での安定放電が可能となる新駆動方式を導入した。

その結果、決められた信号パターンを用いて測定したネイティブコントラスト値、すなわち「同一画面内で同時に表示できる白と黒の輝度の比の最大値」は、5 000 000 : 1と、高い性能を実現している。なお、ネイティブコントラストは、コントラストの実力を表す基本的かつ重要な性能数値である。

### 3.2 明所コントラストの改善

最新のプラズマVIERAシリーズでは、パネル構造と、パネル前面フィルターを一体化して最適化した結果、外光反射をさらに抑制することができた。例えば、従来はパネルの電極構造に合わせてブラックストライプを設計することでパネル単体での外光反射を抑制し、これにモデルごとに仕様決定した前面フィルターを採用していたが、新シリーズでは電極の形状の見直しを含めた最適化によって、光を遮る障害物を取り除いてパネルの発光効率高め、さらに前面フィルターをパネル構造に合わせて最適化したことにより、パネルからの発光の取り出し効率を高めながら、同時に外光反射をより抑えることができた。この結果、2010年モデルでは照度100 lx時のコントラスト比を約2倍に高めることができた（2009年モデル比）。なお、明所コントラストの改善は、次章の発光プロセスの見直しや光利用効率の改善とも深く関連している。

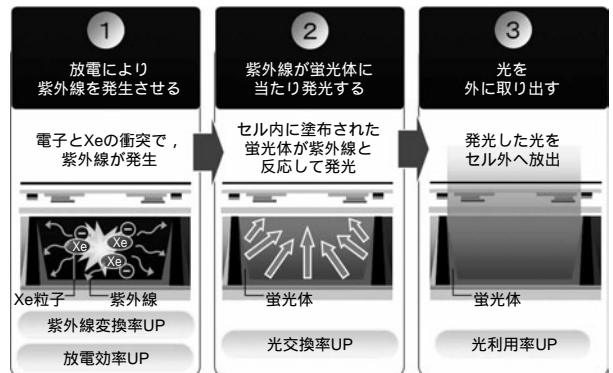
## 4. 発光効率

### 4.1 PDPの発光プロセス

PDPの発光プロセスは、第2図に示すように次の3つの基本的なステップに分類できる。

- (1)電子とキセノンガスの衝突による紫外線の発生
- (2)蛍光体への紫外線照射による可視光の発生
- (3)パネル外部への光の伝達

紫外線による蛍光体の可視光発光を利用する例としては、蛍光灯がよく知られており、上記と同様のステップを経て可視光を発生していると考えられる。100 lm/W程度の発光効率を実現している蛍光灯の効率との対比などから、PDPの発光効率はまだまだ改善の余地が十分あるという見方がある。つまり、材料・デバイス構造・駆動の各段階を見直すことにより、さらに発光効率が向上できると考えられている<sup>1)</sup>。



第2図 PDPの発光プロセス

Fig. 2 PDP luminous process

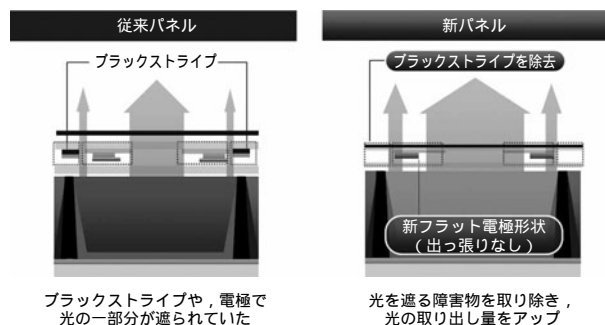
#### 4.2 各ステップでの効率改善

上記の最初のステップでは、新構成のキセノンガスと「新ダイナミックブラックレイヤー」との併用により、紫外線変換効率を向上させている。また、「新ダイナミックブラックレイヤー」の採用により、高速アドレス動作が可能になり、この高速化によって確保した時間を利用して、放電効率をさらに改善する新駆動技術を導入することで、全体的な放電効率の向上につなげている。

第二のステップにおいては、蛍光体の平均粒径を小さくすることなどで発光効率改善を図っている。

第三のステップは、第3図に示すように、いわゆる従来の考え方のブラックストライプを除去し、電極から突出した部分を除去して平坦な電極構造とするなどの改善を行っている。これは、外光反射を抑制するためのブラックストライプや電極自身で、パネルからの発光の一部分が遮られていたものを、パネル構造全体として最適化することにより、効率向上を実現するものである。また、ブラックストライプの除去に対応して、外光反射を抑制するためのフィルターも新たに最適化設計を行っており、明所コントラストの向上と発光効率改善を両立している。

このように、各ステップでの効率改善を積み重ねることにより、2007年モデル比で約4倍の効率化を実現している（同一電力でのパネル輝度比）。



第3図 光利用効率の改善

Fig. 3 Improvement of light utilization

### 5. 動画性能の改善

#### 5.1 動画性能の要因解析

PDPの動画性能の改善にあたっては、LCDなど異なるデバイスとの相対的な評価が可能になるよう考慮し、以下の項目について検証した。

- (1) LCD駆動での輝度表現で一般的な「ホールド動作」
- (2) PDPやCRTなどでの「蛍光体の残光」
- (3) PDPのサブフィールド駆動

これらは通常、「時間」を単位として定義・測定される

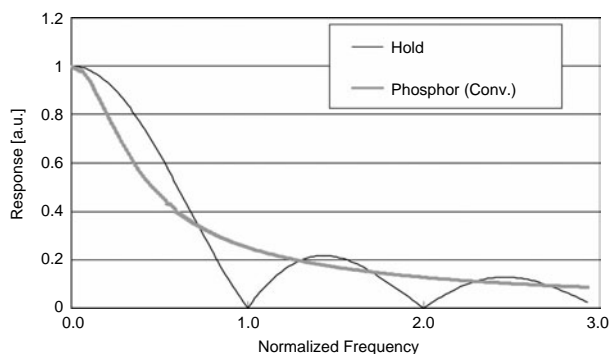
ことが多いが、それぞれの発光波形への影響は大きく異なっているため、時間軸で直接比較することは適当ではないと考えられる。そのため、次節で説明する周波数領域での手法により評価した。

#### 5.2 周波数領域での評価手法

従来の動画表示時のぼやけを「レスポンスタイム」で評価する方法に比べて、見た目との相関がより正しく得られる評価方法として、APDC動画解像度が提案されている<sup>2), 3), 4)</sup>。これは、発光波形の異なるデバイスを周波数領域で評価することにより、動画性能を統一した尺度で評価・測定しようとするもので、汎用性があり、効率的な評価ができるなど、専門化からも評価されている評価方法である。

第4図は、同一のレスポンスタイムをもつ「ホールド動作」と「残光特性」を周波数特性で評価したものであり、周波数の低い部分と高い部分で、それぞれのふるまいが大きく異なっていることを示している。つまり、レスポンスタイムの評価では区別できないような特性の違いがある場合には、動画解像度のような周波数領域による評価がより適していることがわかる<sup>5)</sup>。

なお、5.1節で挙げた各要因を、「ホールド動作」を基準として周波数領域での解析を用いて相対的に比較した。例えば、蛍光体の残光を検証する際には、同程度のレスポンスタイムをもつ「ホールド動作」を仮定し、それとの周波数特性を相対比較することで、残光時間短縮の目標見積もりを行った。



第4図 レスポンスタイムが同一で周波数特性が異なる例

Fig. 4 Different frequency responses under same response time

#### 5.3 サブフィールド駆動の特性評価

PDPの階調表示は複数のサブフィールド、すなわち発光パルスのブロックを組み合わせることで階調表現を行っている。また、各サブフィールドの重み、すなわち発光パルス数は互いに大きく異なっており、結果として、ごく限られ

た数のサブフィールド、つまり比較的短い時間内に、発光パルスのお大半が含まれることになる。したがって、サブフィールド駆動は単純なパルス数変調と比較して、インパルス駆動に近く、動画応答性能が比較的良好であることが説明できる。

#### 5.4 動き補正処理の導入

サブフィールド駆動では、階調値によってサブフィールドの組合せが変わり、動画応答特性が変化することがある。これを補うため、2009年のNeoPDPでは画像の動きに応じて、入力画像を最適化して表示する処理を導入している。この処理により、見た目の発光パルスの分布は、常に等価的に狭い範囲に集中することになり、理想的な駆動とされるインパルス駆動により近づいた階調表示となっている。

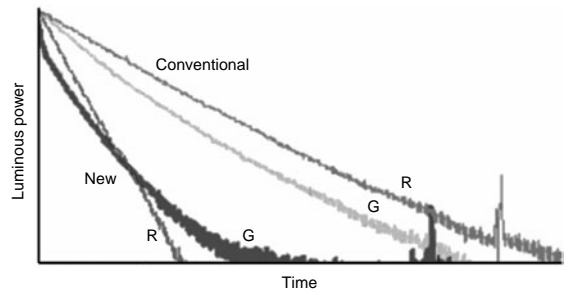
この動き補正処理の導入により、APDC（Advanced PDP Development Center Corporation）動画解像度は、従来900本程度であったものが、2009年モデルより、フルHD解像度の上限である1080本となり、画像のディテールまで、くっきりとした動画表示が可能になった。

#### 5.5 短残光蛍光体の開発

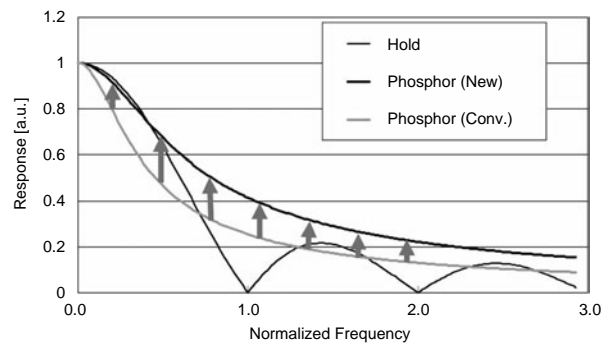
劇場で実績のあるフィールドシーケンシャル方式の3Dを実現するには、1フレーム当り1/120秒の高速描画と同時に、残光を含む発光も完了させる必要がある。今回、サブフィールド駆動の高速化とともに、3D用に新たに赤、および緑の短残光新蛍光体を開発した。第5図に、蛍光体の残光特性改善のグラフを示す。横軸は時間、縦軸は発光強度の対数表示である。3D時に左右画像のクロストークが発生しないよう、駆動の時間的な要件を考慮し、赤と緑の蛍光体残光時間を従来の約1/3になるよう材料開発を行ったものである。

なお、この残光時間の短縮は3Dモードでの高速画像表示のために必要なものであるが、同時に2Dでの動画表示の際の鮮鋭度を飛躍的に向上させている。その効果は、第6図の上向き矢印で示されており、レスポンスタイムが同一である「ホールド動作」を基準として比較すると、残光時間を1/3に短縮することにより、すべての周波数領域でレスポンスが良好となることがわかる。以上を考慮して、蛍光体の残光時間短縮の目標を1/3と設定した。

この短残光蛍光体を、もともと高速な青色の蛍光体と併せることにより、パルス発光に伴う残光量が大幅に少なくなり、解像度の低い画像から、精細な情報をもつ画像部分にいたるまで、極めて鮮鋭感の高い動画表示が可能となり、透明感が出てきたという感想も多い。動画解像度の観点で表現すると、従来と比べてさらに高速度で



第5図 3D用蛍光体での残光時間短縮  
Fig. 5 Reduction of phosphor persistency for 3D

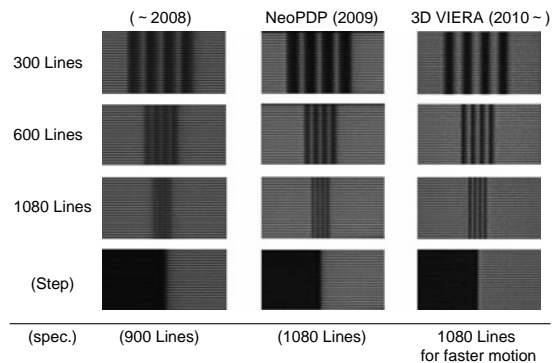


第6図 残光短縮による周波数特性改善  
Fig. 6 Improved frequency response by new phosphors

動く画像に対しても、フルHD最高値の1080本の解像度を保って表示できるようになった。

#### 5.6 動画表示性能の進化

第7図はAPDC評価パターンを用いて、最近の当社PDPの動画性能の進化を比較したものである。画像は、画面を約5秒で左右に移動する画像を追従撮影したものであり、動画画像を追いかけて観測するときの網膜上に再現される画像に相当する。2008年以前のモデルの動画解像度は約



第7図 最近の当社PDPの動画性能進化  
Fig. 7 Progress about moving image quality on recent plasma VIERAs

900本であったが、動き補正信号処理を導入したNeoPDPでは全体的にレスポンスが改善され、フルHD解像度の上限に相当する1080本のパターンが、くっきりと識別できるようになった。さらに、短残光蛍光体を導入した3D VIERAでは、低解像度から高解像度まで、すべての範囲でレスポンスが大きく改善されている。1080本のパターンだけでなく、300本という低い解像度パターンに対するレスポンスでも顕著な改善が見られる。これにより、より速い動きの画像に対しても、くっきりとした映像再生ができるようになった。

このように、プラズマVIERAの最近の動画性能は著しく、3Dモデルでの臨場感豊かなフルHDの立体画像とともに、従来からの2D動画映像を高画質で楽しむことができる。

## 6. まとめ

プラズマVIERAは最近の2～3年間において、500万：1コントラストや動画解像度1080本など、基本画質や発光効率を改善する顕著な技術開発により、大きく性能改善を図っている。広い視野角性能や、優れた色再現能力など、自発光デバイスの強みを生かし、強みである動画性能をさらに伸ばすことにより、超高画質の3DプラズマVIERAが実現できた。これにより、臨場感豊かなフルHD立体映像を、広く家庭で楽しむことができるようになった。

## 参考文献

- 1) M. Ishizuka, et al. : Development of high-performance panel and high-speed 3D driving technology for world's first full HD 3D plasma displays. SID 10 DIGEST 41, Issue 1, pp.594-602.
- 2) I. Kawahara : New method for measuring moving picture resolution suitable for various types of FPD. EuroDisplay'07, S9-4, pp.165-168 (2007).
- 3) I. Kawahara, et al. : Measurement and evaluation of moving picture resolution: From milliseconds to TV-lines. IDW'07, VHF1-1, pp.1189-1192 (2007).
- 4) I. Kawahara : Advantages of sinusoidal-burst based measurement of moving image performance. SID 09 DIGEST 40, Issue 1, pp.1389-1392 (2009).
- 5) I. Kawahara : Analysis of factors affecting moving picture performance of display considering fast motion and high-resolution content. IDW'09, VHF1-3, pp.479-482 (2009).

## 著者紹介



川原 功 Isao Kawahara  
パナソニック プラズマディスプレイ (株)  
開発技術センター  
Development Engineering Center, Panasonic Plasma  
Display Co., Ltd.



笠原光弘 Mitsuhiro Kasahara  
パナソニック プラズマディスプレイ (株)  
開発技術センター  
Development Engineering Center, Panasonic Plasma  
Display Co., Ltd.