

大型映像表示装置“オーロラビジョン” 新“ODX, ODQシリーズ”

奈良淳一*
切通 聡*

New "ODX, ODQ Series" of Large Scale Video Displays "Diamond Vision"

Junichi Nara, Satoru Kiridoshi

要 旨

大型映像表示装置は、公営競技場、各種スポーツ施設はもちろん、ビル壁面やコンサートホール、広場に設置され、人々への情報伝達手段として重要な役割を果たしている。三菱電機の大型映像表示装置“オーロラビジョン”は、1980年に世界初のフルカラー大型映像表示装置として米国ドジャースタジアムに納入して以降、これまで日本国内を始め世界で1,900セット以上の納入実績がある。

大型映像表示装置はテレビとは異なり、夜間から日中の直射日光下まで幅広い照度環境で使用される。そのため、この使用環境や特性に応じた独自の高画質化技術が求められている。これに対しオーロラビジョンでは、特に幅広い照度環境下でのコントラスト改善に積極的に取り組んでいる。コントラストとは、スクリーンの明暗差を示す値であ

り、コントラストが高いと深みのある引き締まった映像を表示することができる。今回LEDパッケージを黒色化したSMD(Surface Mount Device)型BlackLEDを採用することで高コントラストを実現した新“ODX, ODQシリーズ”を開発・製品化し、群馬県立敷島公園野球場を皮切りに市場投入を果たした。さらにLEDや表示面の改良に加えダイナミックガンマ、環境対応色変換による高コントラスト信号処理技術も開発し、現行機より更なる高画質化を実現している。

本稿では今回新たに市場投入して高画質化を実現した新ODX, ODQシリーズにおける“高コントラスト技術”をテーマとして各種技術について述べる。



群馬県立敷島公園野球場向け高コントラスト“オーロラビジョン”

SMD型BlackLEDを適用したオーロラビジョン新ODX, ODQシリーズは、屋外でのコントラストが向上しており、野球場、スタジアム等の公共施設を中心に今後の市場拡大が期待されている(2014年設置 新ODX8 5.76m×17.6m)。

1. ま え が き

当社の大型映像表示装置オーロラビジョンは、公営競技場、各種スポーツ施設はもちろん、ビル壁面やコンサートホール、広場に設置され、高画質・高信頼性という優れた特長によって市場から高い評価を得てきた。当社は、大型映像表示装置の更なる高画質化に向けて、太陽光下でのコントラストを重視し、改善を進めている。

本稿では、オーロラビジョンの新ODX、ODQシリーズに搭載している高画質化技術として、SMD型BlackLED適用による次代表示ユニット及び新画素配列による高コントラスト技術、さらに高コントラスト信号処理技術であるダイナミックガンマ、環境対応色変換技術について述べる。

2. オーロラビジョンの高コントラスト技術

2.1 太陽光とコントラスト

大型映像表示装置の画質を評価する指標の1つとして、コントラストがある。コントラストとは、黒と白表示時の輝度の差であり、このコントラストが高いほど、深みのある引き締まった映像を表示することができる。

図1は、スクリーンの色再現範囲を立体表現したものである。色は3原色(ベクトル)の合成ベクトルであり、色の再現範囲はベクトルR(赤)、G(緑)、B(青)と平面 $X+Y+Z=1$ との交点R1、G1、B1で囲まれる三角形で表される。一方、表示面における外光の反射は幅広い色成分を持つ。このため画像の3原色の色度は、反射光の影響を受けて、三角形の内側にシフトし(破線の三角形)、色再現範囲が狭くなる。つまり、太陽光の反射率が高く、コントラストが低い大型映像表示装置ほど、色再現範囲が狭くなる。外光下でも高い色再現性を実現するため、当社ではオーロラビジョンの外光の反射を抑制してコントラストを向上させるSMD型BlackLEDと新たな画素配列を採用し、高コントラストを実現した。

2.2 SMD型BlackLEDによる高コントラスト実現

図2は、当社の従来型ユニットとSMD型BlackLEDを適用した表示ユニットである。従来のユニットは、R、G、

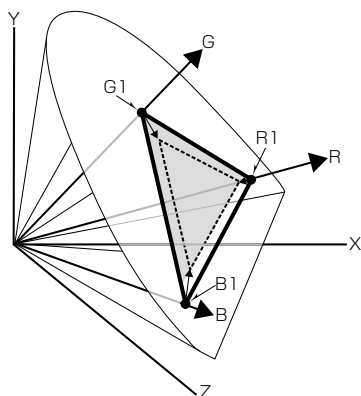


図1. 色再現範囲の三次元表現

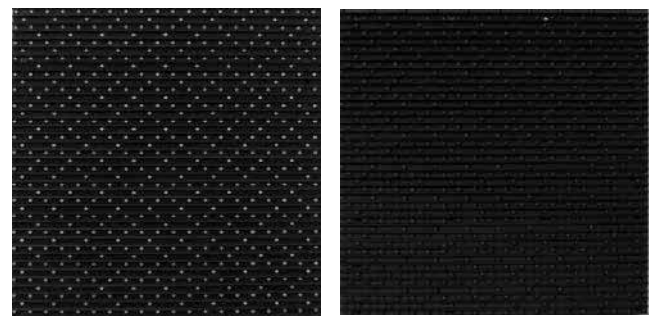
Bそれぞれの画素に対し、赤、緑、青に着色された砲弾型LEDパッケージ(図3(a))を用いていた。図4(a)に示すように、従来の砲弾型LEDに太陽光といった外光が照射された場合、LEDはパッケージ色の光を反射するため、太陽光の反射率が高く、コントラストが低下する。

一方SMD型BlackLEDでは、LEDパッケージを赤、緑、青色に着色せず、LED素子周辺を含めたパッケージ全体を黒色化した(図3(b))。LEDパッケージの黒色化によって外光を吸収して反射を低減し、その結果表示面での黒の沈み込みを改善し、コントラストを向上できる(図4(b))。

さらにSMD型BlackLEDの特徴は、黒色パッケージに加え、LEDの構造を従来の砲弾型からSMD型へと移行したことであり、表面実装技術によって次の製造上の課題を克服している。

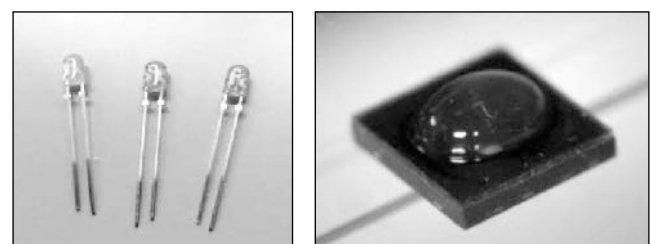
- (1) 実装時のLEDの傾きを低減(LEDの実装ばらつきを低減し、幅広い視野角で均一性を確保)
- (2) LED実装スピードの改善

従来の砲弾型LEDはLED裏面のリードが長いいため、実装時にLEDが傾くといった実装ばらつきが発生しやすい。



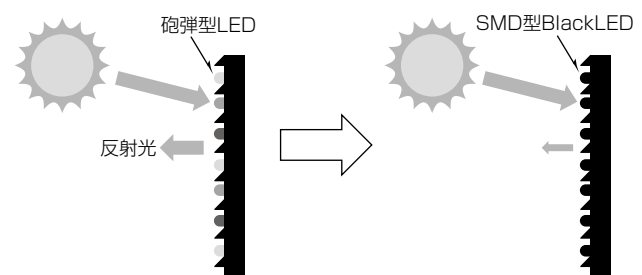
(a) 従来型ユニット (b) SMD型BlackLED適用ユニット

図2. 表示ユニット



(a) 砲弾型LED(従来) (b) SMD型BlackLED

図3. 砲弾型LEDとSMD型BlackLED



(a) 砲弾型LED (b) SMD型BlackLED

図4. LEDパッケージの違いによる太陽光反射の状況

LEDの実装ばらつきがあると、正面の輝度を均一化しても、スクリーンを斜めから見た場合に輝度むらが生じ、画質低下の一因となる。SMD型BlackLEDは表面実装型であるため、構造上そのような問題が発生しにくい。

また、通常のSMD型LEDはLED表面が平滑であるが、SMD型BlackLEDはレンズ構造を採っている(図3(b))。このレンズの光学設計を最適化することで、従来の砲弾型LEDのメリットは継承しつつ、次の効果が得られる。

- (1) 黒色パッケージによる高コントラストとレンズ構造による高発光効率の両立
- (2) LEDサイズの小型化によるコントラスト向上
(表示面におけるLED面積を削減)

特にLEDの小型化は近年のLED素子の性能向上によるところが大きい。LED素子の輝度向上によってLED素子の小型化とともに、LEDパッケージを小型化することが可能となった。表示面に占めるLED面積を減らすことで、表示部に占めるLED以外の面積が大きくなり相対的にコントラストを向上させることができる。このようにSMD型BlackLEDは、オーロラビジョンのコントラスト向上に大きな効果をもたらし、さらに従来の砲弾型LEDの課題であった斜め方向から見た輝度むらを改善している。

2.3 画素配列とSMD型BlackLEDによる高コントラスト実現

当社の代表的な画素(ピクセル)配列としてQUAD配列(ODQシリーズ)と新画素配列であるX配列(ODXシリーズ)が挙げられる。

QUAD配列(図5)の画素は4つの素子(サブピクセル)で構成されている。通常、画像の標本化は1標本点を1画素に対応付けるピクセル制御を適用するが、オーロラビジョンでは、4つの標本点を4つの素子に対応付けるサブピクセル制御を適用する。この方式は、隣接画素が重複して破線の画素が生じ、見かけの画素数を約2倍に増加させることができる⁽¹⁾。新ODQシリーズでは、使用するLEDに先に述べたSMD型BlackLEDを適用することで、LED面の反射を低減させた高コントラストユニットを実現した。

X配列(図6)は、太陽光下での更なるコントラスト向上を実現するために開発した新画素配列である。X配列では画素を構成する4つのサブピクセルのうち、1サブピクセルにLEDを設けなくて外光の反射を抑制する黒スペースにすることで、コントラスト向上を目指している。近距離からの視認では、黒化した領域を含む画素構造がノイズとして目立つ可能性があることから、画素配列を45°回転させて、黒化した領域を千鳥格子状に配置し、画素構造に起因するノイズを目立ちにくくしている⁽¹⁾。図7は、X配列における解像度の考え方を示す。画素ピッチ x_0 の格子状画素配列の解像度に対応するフルカラーの表現が可能なナイキスト領域(カラー表示領域)は、正方形で表現される⁽²⁾。画素配列を45°回転させるとナイキスト領域も45°回転する。

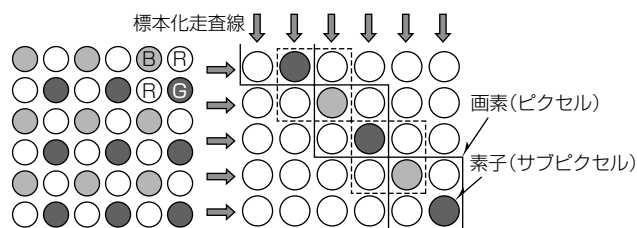


図5. QUAD配列

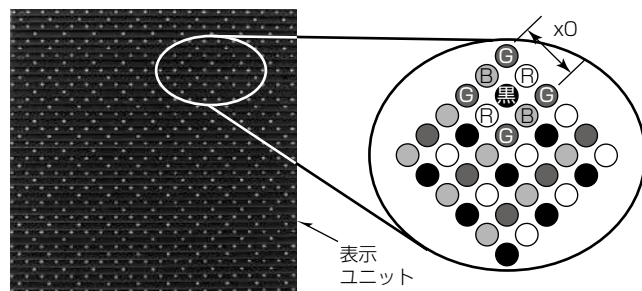


図6. X配列と表示ユニット

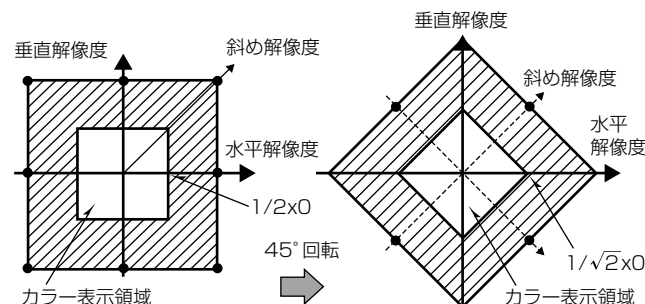


図7. X配列の解像度の考え方

図7から、回転前のナイキスト領域は水平解像度が $1/2x_0$ であるが、回転後の解像度は $1/\sqrt{2}x_0$ となる。このようにX配列は斜め解像度が犠牲となるが、水平・垂直解像度が高くなる。ここで1サブピクセルを黒化することの影響は、図7のカラー表示領域周辺の斜線部に現れる。この領域は、画素にとって重要であるが、画像の輪郭や細線部に対応しており、十分な画素数を持つ高精細オーロラビジョンでは、輪郭や細線部は画像に対してごく一部であり影響が限定的である。したがって、新画素配列であるX配列の画質は、外光反射の抑制によるコントラスト向上が支配的と考えられる。

X配列を搭載した新たな機種シリーズとして今回ODXシリーズをラインアップ化した。ODXシリーズはODQシリーズと同様に先に述べたSMD型BMD型BlackLEDと併せた新ODXシリーズとして展開しており、LED自体の黒化と組み合わせることで更なる高コントラストを実現している。

3. 高コントラスト信号処理技術

3.1 ダイナミックガンマによる高コントラスト処理

オーロラビジョンでは、表示する映像に対して当社独

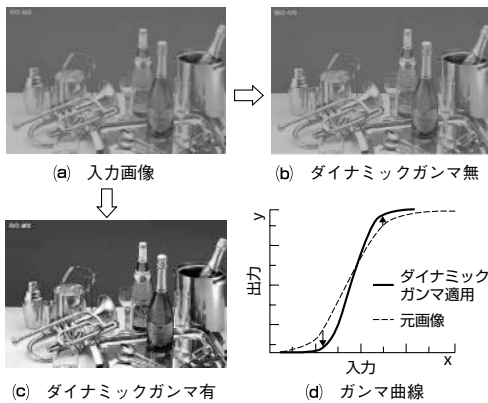


図8. ダイナミックガンマの機能

自の高画質化処理を適用することで高画質化を図っている。そのうち高コントラストを実現する機能の1つがダイナミックガンマである。

図8にダイナミックガンマの機能を示す。ダイナミックガンマは入力画像のヒストグラムに応じて1枚(フレーム)ごとにガンマ特性を制御し、コントラスト感を向上させる技術である。ガンマ特性とは入力された映像の輝度信号と実際に画面に表示される輝度との関係のことであり、ダイナミックガンマを適用することで、図8のガンマ曲線のように階調が低い黒はより黒く、階調が高い白はより白く表示するようにガンマ特性を変化させ、表示を行う。

屋外に設置される大型映像表示装置は、外光によってコントラストが低下するため、ダイナミックガンマ処理によるコントラスト感の向上は、画質向上に大いに役立つ。

3.2 環境対応色変換による高コントラスト処理

LEDは、他の表示デバイスと比較して、色純度が高く色再現範囲が広い。ハイビジョン^(注1)の色再現範囲に比べてLEDの色再現範囲が広すぎると、色に不自然さを感じることから、オーロラビジョンでは、LEDの3原色をハイビジョン規格相当の3原色に変換することで自然な色を表現している(図9(a))。

ただし、先に述べたとおり大型映像表示装置では、直射日光時の表面における太陽光の反射がコントラストの低下と色再現範囲の縮小を招く(図9(b))。この課題を克服するため、オーロラビジョンでは、環境対応色変換と呼ばれる次世代の高コントラスト処理技術を開発した。

環境対応色変換は、光センサと独自のアルゴリズムを用いて、周囲環境光の照度・色に応じて表示面の色再現範囲をダイナミックに調整し、環境光によって失われた色域を復元させる。この機能は、ハイビジョン相当の色域に制限していたLED表示能力の余剰分を活用することで、周囲の環境光によって低下した色域を補償する機能である。つまり太陽光下でも鮮やかな色の高精細表示を実現することができる(図9(c))。環境対応色変換は、まず3色(R, G,

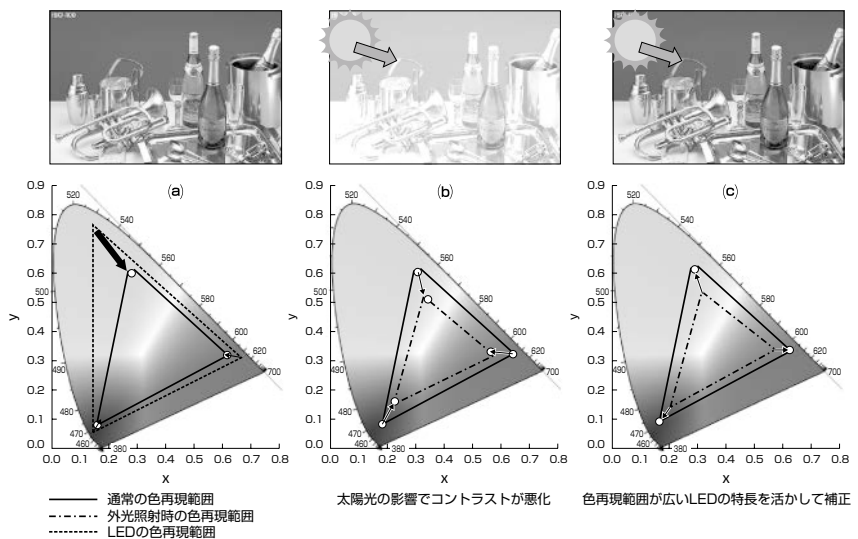


図9. 色度座標によるLEDの色再現範囲と環境対応色変換

B)のカラーセンサによって太陽光の色、光量を検出する。得られたセンサ情報を当社独自のアルゴリズムによって太陽光の色を3色から7色成分へと拡張・分析し、R, G, B, C(シアン), M(マゼンタ), Y(イエロー), W(白)の7色の軸で、コンテンツの内容と外光情報に基づき、フレームごとに色再現範囲の調整を行う。この技術を適用することで、直射日光時や西日時、また夜間でもスクリーンのコントラストが変化することなく、常に一定の色域での表示能力を提供することが可能となる。

(注1) ハイビジョンは、一般財団法人NHKエンジニアリングシステムの登録商標である。

4. むすび

オーロラビジョンは、フルハイビジョン信号処理など最新の画質化信号処理を適用することはもちろん、テレビとは異なる独自技術を開発することで、様々な設置環境下でも高い映像品質を提供している。本稿では、SMD型BlackLEDや新画素配列を適用することで高コントラストを実現したオーロラビジョン新ODX, ODQシリーズについて述べた。また同時に、高コントラスト信号処理技術として、ダイナミックガンマ、環境対応色変換技術を開発した。今後、大型映像表示装置市場は、LEDの高性能化と高速信号処理技術の発達によって高解像度・超大型化が進むことが予想される。今後も当社はオーロラビジョンの高画質化を実現するための技術開発を進めていく。

参考文献

- (1) 原 善一郎, ほか: 大画面ディスプレイにおける画素配列と画質, 電子情報通信学会論文誌C-II, J77-C-2, No.3, 148~159 (1994)
- (2) カラー画像表示装置, 特許5456917号