

LED光源を用いた高輝度プロジェクターの開発

高松 宏彰・加藤 厚志・森本 健
増田 直樹・中西 秀一・城後 慎一郎

要旨

エコ、長寿命、メンテナンスフリー、高色再現性を追求するなかで、プロジェクター光源の固体光源化が本格化しています。NECディスプレイソリューションズでは、光源にLEDを使用した3板式液晶プロジェクターを開発しています。ランプに比べて大幅に広い色域により、従来のプロジェクターでは到達できなかったAdobe®RGBカバー率98%を達成するとともに、長寿命、メンテナンスフリーと高い色再現性を実現しています。

キーワード

●プロジェクター ●LED光源 ●LED制御 ●色再現性 ●冷却技術

1. まえがき

ここ数年、一般照明や液晶ディスプレイ、テレビでは、長寿命、省電力を目的としてLEDを利用したものが急速に普及しています。現在、主に高圧水銀ランプを光源としているプロジェクターも、長寿命や色純度の高さ、点灯性の良さを目的としてLEDを光源とした装置（以下、LEDプロジェクター）の開発が進んでいます。本稿では、LEDを光源として、2,000lmの実用レベルの明るさとAdobe®RGB¹カバー率98%の色再現性及び30,000時間の長寿命を実現する技術について、開発したプロジェクターのプロトタイプ機（開発名：Sirius）を例に紹介します（図1）。



図1 プロトタイプ機 Sirius の外観

2. 高輝度化技術

プロジェクターで使用しているランプの発光部は非常に小さく、1mm²未満です。効率よく高輝度化するために、発光部が小さいことは、非常に重要な要素になります。発光部の面積が2mm²程度の小型のLEDは、発光効率は高いのですが、まだ光量不足で一般的に使用されている2,000lm以上の明るさのプロジェクターを作ることができません。通常LEDプロジェクターはRGBごとに1つずつLEDが使用されますが、Siriusでは、大型で高出力なLEDを複数使用しながらも、高効率な独自の照明系を開発しています。光源から得た多くの光束を最大限に利用するため液晶パネル方式の光学系を採用し、また、各色のLEDを最大輝度で使用するためのブースト技術を開発しています。

現在開発されているLEDは、Greenの光量に合わせて白を作る場合、RedとBlueの光量には余裕があります。SiriusではGreenの光量をブーストできる独自の光学系により、余裕のあったRedとBlueの光量を最大限に利用することに成功し、広色域で明るい映像を実現しています。更に、LEDの発光効率は素子の冷却条件により大きく影響を受けます。多灯のLEDを効果的に冷却するために、プロジェクターに最適化させた液冷システムも開発しています。ペルチェ素子と組み合わせることで、高出力のLEDを低い温度にコントロールし、安定した特性で高い発光効率を得ています。

¹ Adobe®RGBはAdobe Systems Incorporatedが定義した色空間のことです。sRGBと比較して非常に広い色再現領域を持ち、微妙な色彩の表現が可能になっていきます。

表 LED-PJ Sirius の主な装置仕様

項目	詳細
方式	3LCD方式
画素数	1,024 × 768 (768,432画素)
光源	LED
明るさ	2,000lm
光源寿命	30,000時間
xy色度領域	Adobe® RGB比 123% (カバー率98%)
外形寸法	460 × 390 × 165
質量	13.5kg

Siriusの主な装置仕様を表に示します。

3. LED制御技術

LEDプロジェクターではRGBの光を合成して白色光を作ります。RGBの光量バランスが悪いと正しい白が作れません。LEDは非常に寿命が長い光源ですが、使用時間とともに緩やかに輝度が低下し、この低下率がRGBごとに異なります。Siriusでは、専用回路を搭載することでLEDからの光量をセンシングして自動的にホワイトバランス調整します。こうして最適な光量比を保つことで、長期間にわたり安定した白を維持することができます(図2)。

また、温度による輝度変化、色変化が一番大きいRedのLEDも低い温度に安定して制御することで、LEDの性能を最大限に引き出すことに成功しています。

4. 色再現技術

LEDから出力されるRed、Green、Blueの色は純度が高くAdobe® RGB規格のxy色度領域より広い範囲を持ちます。しかし、各色の色座標は規格で定められた座標と一致しているわけではありません。高い色再現性を実現するためには、RGBの座標を規格位置に合わせる必要があります(図3)。通常、LED光源の色をそのまま使うと、派手な映像になってしまいます(図4)。これは、LEDの色域が広すぎるためです。Siriusでは3次元ルックアップテーブルにより各色を規格の色度座標に合わせ込み、更に忠実な中間調の色再現についても正確な合わせ込みを実現しています。これらの技術によ

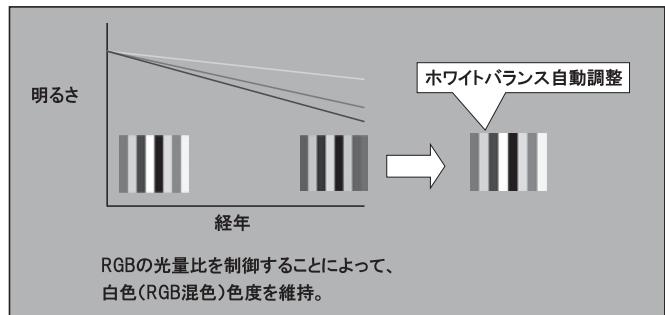


図2 自動ホワイトバランス調整

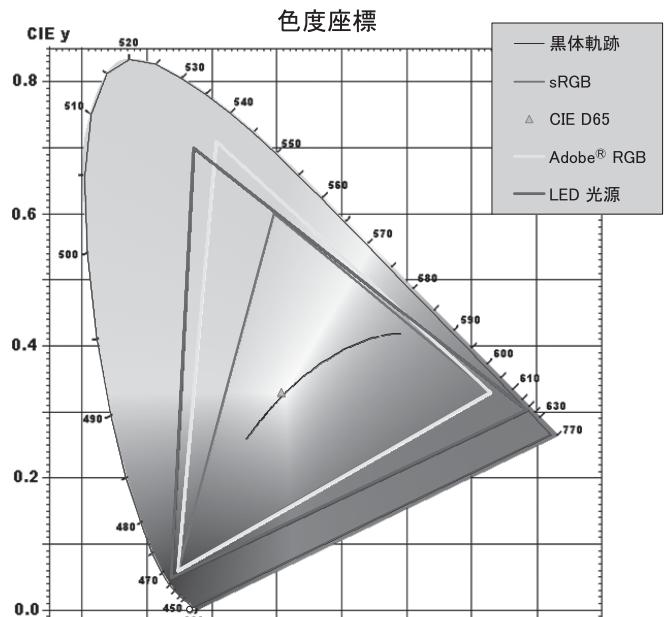


図3 xy色度領域

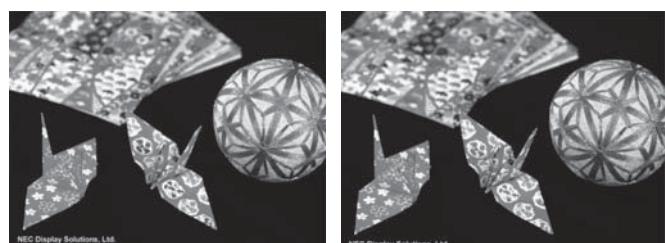


図4 色域補正による忠実な色再現性 (左:補正前、右:補正後)



図5 sRGB（左）とAdobe® RGB（右）の比較

り、従来のsRGB規格よりも広いAdobe® RGB規格の色域を自然な画質で表現することを実現しています（図5）。

5. 冷却技術

5.1 液冷システム

Siriusでは高出力のLEDを多灯使用するため、LEDの冷却には、プロジェクターに最適化させた液冷システムを採用しています。一般的なプロジェクターでは、空冷ファンを用いて各部の冷却を行っています。しかし、装置内に点在する高出力のLED光源を冷却するためには、複雑なルートで冷却風を流す必要があり、従来の空冷方式では冷却効率が低下してしまいます。今回、配管ルートやラジエーターとの接続などを工夫することにより、装置の大型化を最小限に抑えながら、大きな発熱量を処理できる効率のよい液冷システムを実現しています。一般的に電子機器と液冷システムは、液漏れや結露などの問題で相性がよくありません。パソコンなどではCPUの冷却に規模の小さい液冷ユニットが使用されているものもありますが、少数派です。今回は、徹底的な結露対策を実施するとともに、液漏れ対策も十分考慮した設計となっています。

5.2 循環冷却システム

Siriusでは、LCDパネルの冷却に循環冷却システムを採用しています（図6）。パネルを冷却した空気を、ダクトを介して熱交換器に送り、冷却した後に再度パネル部に送り込みます。このシステムでは外気を導入しないため、パネル周りの光学部品の汚れを防ぐことができます。長寿命の装置開発で重要なのが、防塵対策です。プロジェクターの寿命は一般的に照度が50%になるまでの時間で定義されています。経

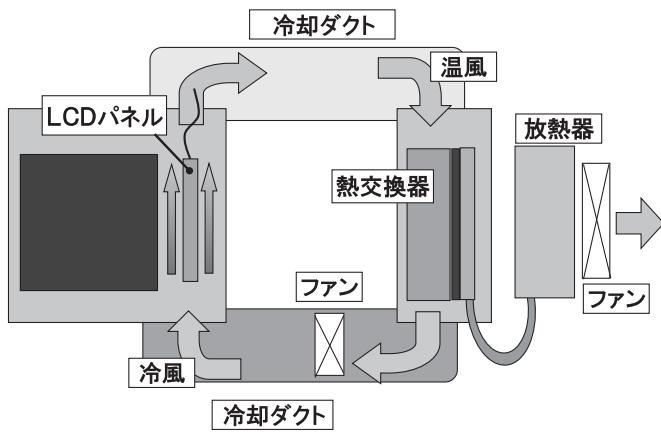


図6 循環冷却システム

年によるランプの照度低下が主な原因ですが、空気中の細かい粉塵による光学部品の汚れも照度低下の大きな要因になっています。ランプ光源のプロジェクターでは、3,000時間程度でランプ交換が必要です。同時に、外気取込口に取り付けられているエアフィルタの交換も必要になります。このメンテナンスを実施することにより、装置内の汚れを抑え、明るさを維持しています。しかし、それでも防げない細かい粉塵による汚れについては、数回のランプ交換ごとにサービスセンターで装置内の清掃を行い対応しています。

これに対して、LED光源のプロジェクターは光源寿命が30,000時間と非常に長く、その間メンテナンスが不要です。しかし、防塵対策が十分でない場合、光学部品の汚れによる照度低下のためにメンテナンスが必要になります。これでは、LED光源の良さを生かしきれません。Siriusでは循環冷却システムの採用により、一般的に使用されているエアフィルタを使用しておらず、フィルタ交換についてもメンテナンスフリーとなっています（図6）。

6. 設置フリーにむけた対応

ランプ光源のプロジェクターでは、ランプの放電特性を安定化して性能を維持するため、装置の設置姿勢に制限があるのが一般的です。LEDプロジェクターでは、基本的には装置を設置する際の姿勢制限がありません。プロジェクターはシーンに合わせて、さまざまな設置姿勢が要求されます。フロア設置、シーリングマウントのほかに、最近ではパーティ

カル投写のための横置きなど多種多様です。

LED自体にはランプのような制約がないため自由な設置が可能ですが、前述のような液冷技術の使用による課題があります。液冷装置には、蒸散による液量減少を補うためにリザーバータンクがあります。リザーバータンク内には、冷却液を蓄えるとともに、配管内に気泡が入らないよう空気を逃がす空間があります。このため、設置姿勢を変えることにより、リザーバータンク内の空気が配管に混入してしまい、冷却効率を大きく低下させてしまうことがあります。Siriusでは、すべての設置姿勢で空気の混入を防ぐ新規構造のリザーバータンクを開発し、設置フリーを実現しています。

7. むすび

LED光源のプロジェクターは、まだ発展途上の製品です。しかし、従来のプロジェクターでは到達できなかった領域の色再現性と使いやすさを既に実現しています。

今後、更なる性能向上を追求するとともに、小型、低コスト化を進め、よりお客様に満足いただけるプロジェクターとなるよう努力していきます。

* AdobeはAdobe Systems Incorporated（アドビ システムズ社）の商標です。

執筆者プロフィール

高松 宏彰
NECディスプレイソリューションズ
先行技術開発室
開発グループ
マネージャー

加藤 厚志
NECディスプレイソリューションズ
先行技術開発室
開発グループ
エキスパート

森本 健
NECディスプレイソリューションズ
先行技術開発室
開発グループ
エキスパート

増田 直樹
NECディスプレイソリューションズ
先行技術開発室
開発グループ
主任

中西 秀一
NECディスプレイソリューションズ
先行技術開発室
開発グループ
エキスパート

城後 慎一郎
NECディスプレイソリューションズ
先行技術開発室
開発グループ

NEC 技報のご案内

NEC技報の論文をご覧いただきありがとうございます。
ご興味がありましたら、関連する他の論文もご一読ください。

NEC技報WEBサイトはこちら

NEC技報(日本語)

NEC Technical Journal(英語)

Vol.64 No.3 映像ソリューション特集

映像ソリューション特集によせて
NECの映像技術への取り組み

◇ 特集論文

映像認識・分析

人の行動を「見える化」する動線解析技術と活用例
顔認証技術を活用したインタラクティブ映像制御システム
「ビデオシグネチャ」を活用した映像識別ソリューション

映像蓄積・加工

大容量映像データの配信及びハイブリッドクラウドの実現方式
ファイルベースへ進化する映像アーカイブシステム
次世代の放送サービスプラットフォームソリューション
報道現場を支えるトータルノンリニアソリューション
組込み機器用リッピングラフィックスソリューション～GA88シリーズIWAYAG～
超低遅延コーデックの開発



Vol.64 No.3
(2011年3月)

映像配信

ウェアラブル・ユニファイドコミュニケーションによる遠隔観光ガイド・通訳サービス
デジタルサイネージソリューションの動向
テレコミュニケーションロボットによる次世代コミュニケーション

特集TOP

◇ 普通論文

LED光源を用いた高輝度プロジェクターの開発
環境配慮型液晶プロジェクターの開発
パソコンとのシステム連携によるプロジェクターの機能向上の実現
正確な色再現と使いやすさを両立したプロフェッショナルディスプレイPAシリーズ
超狭額縁液晶を用いたビデオウォール表示システムの開発
従来にない軽量化・小型化に取り組んだ「Office Cool、EXシリーズ」