

安全性の向上並びに省エネルギー化を実現 する高輝度・多色 LED 表示技術の開発

Development of high brightness , multi-color LED display technology toward improving safety and saving energy.

馬 野 勝 三 ^{*1)}	三 輪 高 仁 ^{*2)}	間 宮 勝 ^{*3)}	脇 家 慎 介 ^{*4)}
Katsumi Mano	Takahito Miwa	Masaru Mamiya	Shinsuke Wakiya
太 田 勉 ^{*5)}	福 塚 浩 史 ^{*6)}	高 木 俊 和 ^{*7)}	西 原 敏 ^{*8)}
Tsutomu Ota	Hirofumi Fukutsuka	Toshikazu Takagi	Satoshi Nishihara

要 旨

人と機械の最適環境を創造する上で表示灯が果たすべき重要な役割は、人に対して危険な状態・安全な状態など様々な情報を人間工学的な観点から、より確実に、より直感的にわかりやすく伝えることである。当社はこれを実現するため、表示灯の高輝度化・色彩の明確化に加えて長寿命化・省エネルギー化を追求してきた。今回、更なる表示環境の最適化向上の手段として、2つの新しい技術要素を取り入れた。1つは、高性能 LED デバイスを当社 LED 光源に採用し更なる高輝度化・省エネルギー化を実現した技術であり、もう1つは、短波長である青色 LED を光源とし蛍光色素を含有させたプレートにより波長変換することによる群を抜いた多色表示、際立つ色彩明確化を実現した世界初の表示技術である。本稿では、この2つの新しい技術を通して当社が目指す最適な HMI 環境を創造する表示テクノロジーについて報告する。

Abstract

To create optimum environments for man and machine, the most important function of pilot lights is to convey information about warning or safety to people securely and directly. IDEC has been developing pilot lights with higher brightness and clearer color, and tried to accomplish longer life and smaller energy consumption. This paper reports two new technologies to improve display characteristics: One is high-performance LED devices used as the light source to further increase brightness and save energy. The other is the world's first display technology using blue LEDs and plates to convert wavelengths and achieve multi-color distinct display. In addition, this paper describes IDEC's display technology for creating the optimum HMI environments.



図1 スーパーLED 搭載のコントロールユニット例
Fig.1 Control units incorporating super LEDs

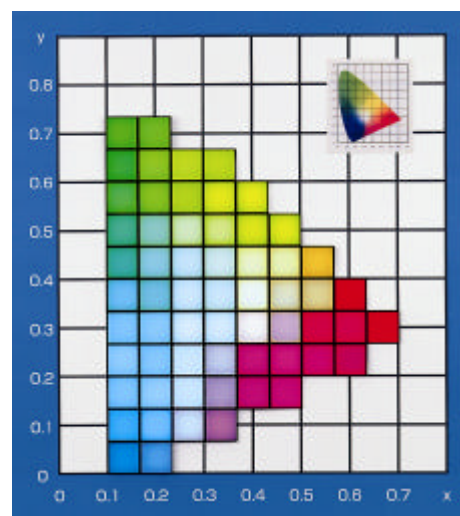


図2 ラムダコンバータによる表示例
Fig.2 Display example using the lambda converter

1. はじめに

F A (Factory Automation) 分野において、人と機械の最適環境を創造する表示灯が果たすべき重要な役割は、人に対して危険な状態・安全な状態など様々な情報を人間工学的な観点から、より確実に、より直感的にわかりやすく伝えることである。そして、点灯の長寿命化や振動・衝撃による球切れを無くすことにより、機器操作時や緊急時に人が誤認識しないよう安全性の配慮も欠かすことができない。

当社は、表示灯分野でのリーディングカンパニとして時代を先取りした開発による提案を行い、高輝度化・高視野角化・色彩の明確化・省エネルギー化・長寿命化など表示灯としての機能向上を追求してきた。

特に、光源に発光ダイオード (LED) が導入されて以来、LED デバイス技術の発展とともに革新的な技術を数多く導入してきている。

今回、表示灯の最大の機能である視認性を更に向上させるために、高性能 LED 素子を光源に搭載する技術開発、および新世代の表示技術として青色 LED を励起光源とした波長変換技術の 2 つの技術開発を完成させたのでここに報告する。

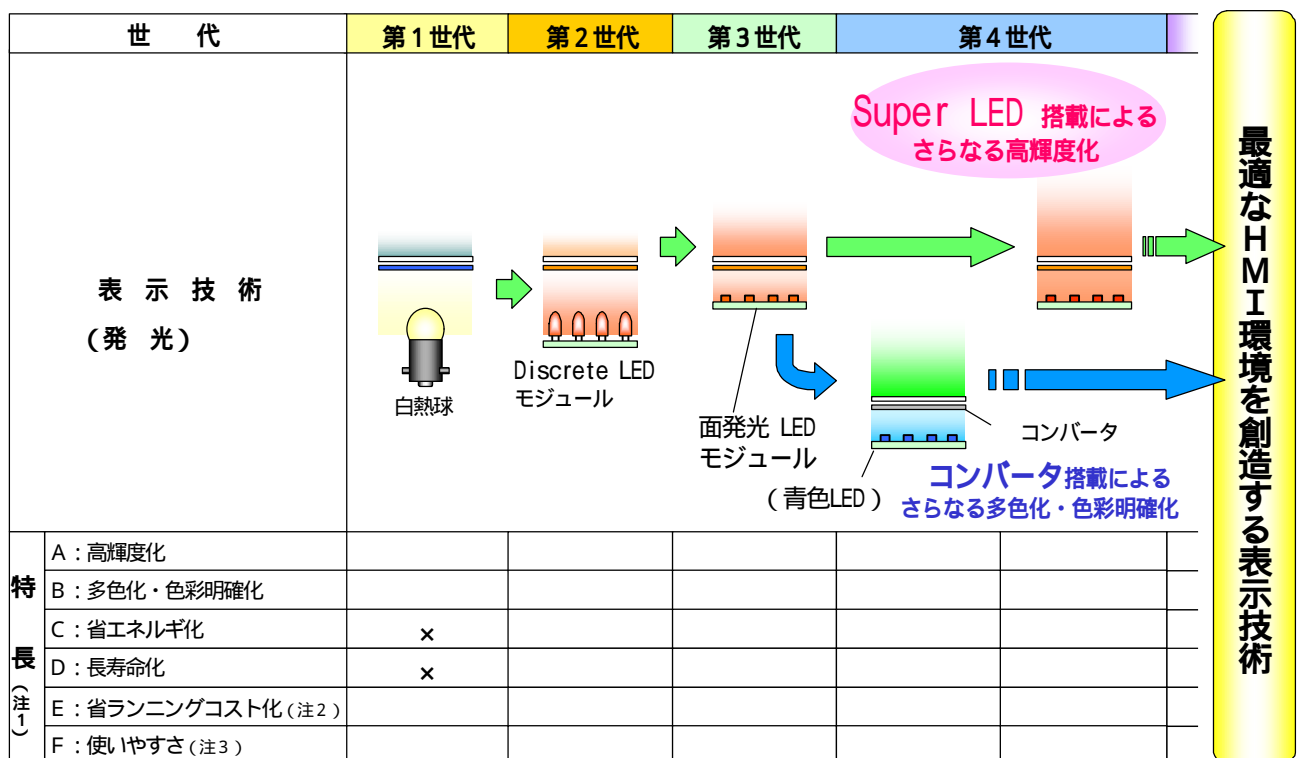
2. 現状の表示技術の課題

人が外界から受けるすべての情報のうち、視覚を通じて受ける情報は全ての感覚 (視覚・聴覚・臭覚・味覚・触覚) から受ける情報の 87% を占めるといわれる [1]。つまり、F A 分野において視覚に訴えかける表示灯は、人と機械の情報伝達の大きな役割を担うことになる。

当社はこの役割を果たすために、図 3 に示すような第 1 世代に始まる白熱球光源から、第 2 世代の Discrete LED、第 3 世代の面発光 LED に至る表示技術を開発し、各段階において高輝度化・高視野角化・色彩の明確化をはかり視認性の向上に取り組んできた。

光源が白熱球である第 1 世代の表示技術は、必要とする色を表示するために、その波長に応じた色板を交換することにより必要な色を発色させている。しかし、発熱が大きく短寿命であったり、振動・衝撃による球切れなどが発生するため、必ずしも最適な光源であるとはいえない。

第 2 世代から採用された LED を光源とする表示技術は、寿命や球切れの問題を飛躍的に改善し、省エネルギー化についても促進している。更に第 3 世代では面発光 LED 技術の採用による高輝度化・高視野角化とともに、高輝



(注 1) 特長として採り上げた各項目に対する評価は、下位から上位へ × として順序付けした。

(注 2) 初期購入時から 5 万時間継続使用する場合のコストに関する内容を評価した。

(注 3) 使いやすさとしては、光源の在庫管理や仕様変更に伴う製品の交換、特に発光色交換に関する内容を評価の目安とした。

図 3 表示技術変遷図

Fig. 3 Progress in display technology

度青色 LED の導入で、高視認性の目覚ましい進展を成し遂げた[2][3][4]。

しかしながら、当社が掲げる最適な HMI (Human Machine Interface) 環境を創造するためには更に解決していかなければならない課題がある。この解決のためには、これまでの技術を継承した上で、課題に対する新たな技術の開発に取り組んでいく必要がある。

特に、第3世代の面発光 LED 技術の完成により、更に進化したデバイスの導入と、全く新しい表示技術の応用へと展開していくことが可能となってきた。

ここでは、これまでの表示技術の発展を踏まえながら、更に最適な HMI 環境を提供するために表示灯が求められているものが何であるかについて、現状の課題を挙げながら述べていくこととする。

2. 1 高輝度化、表示色の色彩明確化

最初に高輝度化を採り上げる理由としては、表示灯の高輝度化により視認性の向上が実現されることは勿論であるが、それ以外にも高輝度化に起因する他要素へもたらす効果が非常に大きいからである。

また、表示色の色彩の明確化については、国際標準化に準拠することを根底においた開発が重要であると考えている。表1に国際電気標準会議 IEC60073 および IEC60204-1「表示灯の色及び機械の状態に関するその意味」[5][6]から引用した内容を示す。ここでは、非常事態は赤色、正常・安全状態は緑色というように表示色の

表1 「表示灯の色及び機械の状態に関するその意味」(国際電気標準会議 IEC-60073, 60204-1より引用) [5][6]

Table 1 “Coding principles for indication devices and actuators” (quoted from International Electric Standard Conference IEC-60073, 60204-1)

色	意 味	説 明	操作者の行動
赤	非常事態	危険な状態	危険な状態に対処する即時行動
黄	注 意	異常事態 切迫した臨界状態	監視および (または) 介入
緑	正 常	正常な状態	任意
青	義 務 的	操作者の行動を要求する状態を表示	義務的行動
白	中 性	その他の状態 赤・黄・緑・青を使用するのに疑義のある場合いつでも使用してよい	監視

意味が厳密に定義されている。

これら規格化された定義色に対する視認性の向上、つまり高輝度化や色彩明確化を行うことにより、誤視認などから起こるトラブルの発生を防ぎ、安全性を確保できる。

しかし、これまでの各世代の表示技術における表示色については、規格色を十分に実現していなかったり、表示色数に限界があった。このため同じ表示色を2つの異なった意味の表示にやむを得ず使用している場合もあり、機械の動作状況を誤視認する恐れもあるため、安全性の観点から見た場合に問題を残している。

このため、新世代の表示技術を確立し最適な HMI 環境を創造するために最も重点的に取り組む技術要素として、高輝度化による視認性向上と色彩明確化の向上が重要である。

2. 2 省エネルギー化、長寿命化、使いやすさ

光源が白熱球から LED へと移り変わっていく流れは、省エネルギー化と長寿命化の促進という時代の流れを反映している。新世代の表示灯の開発においては、地球環境への配慮を忘れてはならない。

省エネルギー化技術の確立は、表示灯を特に集合で取り付けた場合に消費電力を大幅に削減し、発熱量も最小限に抑える効果がある。

そして振動や衝撃などによる球切れを無くし長寿命化を実現する技術は、機械の動作状態を常に安定して人に伝達することができ、安全性確保の面で重要な要素となる。更に、球の交換が長期間において不要となるためメンテナンス性の大幅な向上がはかれる。このように LED を光源とすることにより、表示灯としての性能を十分発揮することが可能となる。

しかし、LED 光源が発展していくとはいえ単色光であるため、必要な表示色数と同じ数の LED 光源が必要となる。つまり白熱球の利点である、着色された色板を交換するだけで表示色を変えられる簡便さが無くなっており、白熱球と比較した場合に使いやすさの点ではまだ改善の余地がある。

今回、以上述べてきたような現状の表示技術が抱えている課題を解決するため、図3中に示した第3世代の面発光 LED モジュールに高性能 LED 素子を搭載する技術と、短波長の青色 LED を光源とし蛍光色素を含有したプレートにより波長変換する技術の開発を行った。

これら2つの技術開発について次項より各々説明していく。

3. スーパーLEDの導入

初めに報告する技術は、本稿最初の頁の図1に一例を

示しているが、16～30mm パネル丸穴取付の照光式コントロールユニットに搭載する JIS C7709 規格[7]に基づいた口金ベースが標準である LED 球に、高性能 LED 素子を導入した内容である。

今回新しく導入した LED 素子は、従来 LED と比較して発光効率の非常に高い 4 元素系や窒化ガリウム系の高性能 LED デバイスであり、これを「スーパーLED」と呼ぶ。これにより、1 灯当たりの LED 素子の削減や低電流での高輝度化を実現することが可能となった。

特に、同写真例として示す L 6 シリーズ[8]に搭載した緑色 LED については、発光波長 530nm の LED 素子を採用したことにより、従来の発光波長 570nm 近辺の黄緑色に対し、純緑へと色彩明確化の向上を果たしている。

3.1 高輝度化・省エネルギー化の実現

代表例として当社 22mm パネル丸穴取付タイプの HW シリーズ表示灯[9]に、3 種類の異なった光源を搭載した場合の DC24V 印加時の消費電力、および輝度面での性能確認結果について説明する。図 4 に当社比ではあるが、光源別に 1 W 白熱球（以下、白熱球）と従来 LED、およびスーパーLED との消費電力、輝度、性能指数各々の比較検証結果を示す。なお、発光色については今回一番

高輝度化が促進されたアンバー（色記号：A）を採り上げた。図 4 (a)に示すようにスーパーLED は、消費電力約 0.24W 仕様である。これは、白熱球の消費電力約 1.0W 仕様に対して約 1/4、従来 LED の消費電力約 0.31W 仕様に対し約 3/4 と省エネルギー化がはかられている。図 4 (b)に示す輝度 B (cd/m²) では、スーパーLED の輝度は約 2,600cd/m²であり、これは白熱球の約 1,000cd/m²に対し約 2.6 倍、従来 LED の約 500cd/m²と比較して約 5.2 倍の高輝度化がなされている。これらのことから、スーパーLED が白熱球に対し、約 1/4 の電力量でありながら約 2.6 倍もの明るさを有していることになる。

ここで、これら輝度と消費電力の関係を表示灯の性能として定量評価するために、単位電力当たりの輝度を表示灯の性能指数として定義し算出してみる。計算式は次のようになる。

$$\text{性能指数 } F = \frac{\text{輝度 } B \text{ (cd/m}^2\text{)}}{\text{消費電力 } W \text{ (W)}}$$

図 4 (c)に示すようにスーパーLED の性能指数 F は、従来 LED の約 5.5 倍の性能を有し、白熱球と比較した場合は約 7.5 倍にもなる。つまり、第 3 世代の面発光 LED 技術は LED 素子の高輝度化が促進されることにより、省エネルギー化と表示灯の最大の機能である高視認性を同時に実現することができ、性能指数 F の値からもわかるように表示灯として非常に高い性能を有することが可能となる。

次に、表示灯の長寿命化がもたらす安全性・メンテナンス性の効果について検証していく。

3.2 長寿命化による安全性・メンテナンス性の向上

3.2.1 長寿命化の追求

表示灯における寿命に関する規格や定義は無く、特に LED についていえば定格の範囲内での使用であれば球切れによる完全消灯は起こらない。つまり、どの時点でその表示灯の寿命とするかについては、現在のところ使用条件および設定の基準が明確にされていないのが実状である。多くの場合、LED の寿命に関しては、LED 素子メーカーが指標する初期光度の約 50%減を寿命とする考え方が一般的である。その他の文献を調べてみると、日本電気制御機器工業会 NECA 4102「工業用 LED 球」の解説文の中に審議内容[10]として、「定格使用状態の環境で、適合表示器に静止形取付、安定化電源の条件において、初期値の輝度の相対輝度比較で 50%となるまでを寿命と仮定したときは 2 万時間以上」と記載されている。当社としては、白熱球の場合は平均的な球切れによる完全消灯までの約 2 千時間、LED の場合は初期の輝度に対し

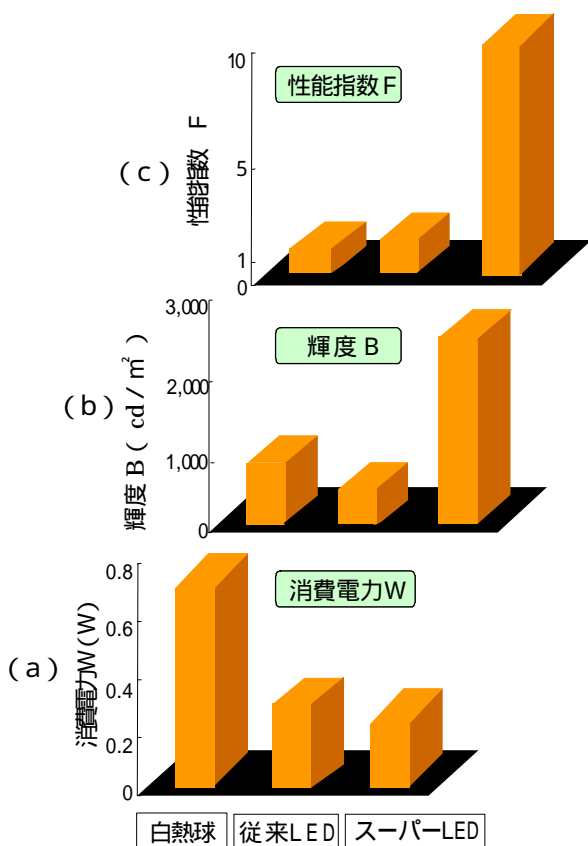


図 4 3 種類の光源に関する性能比較（発光色：A）
Fig. 4 Characteristics of three light sources

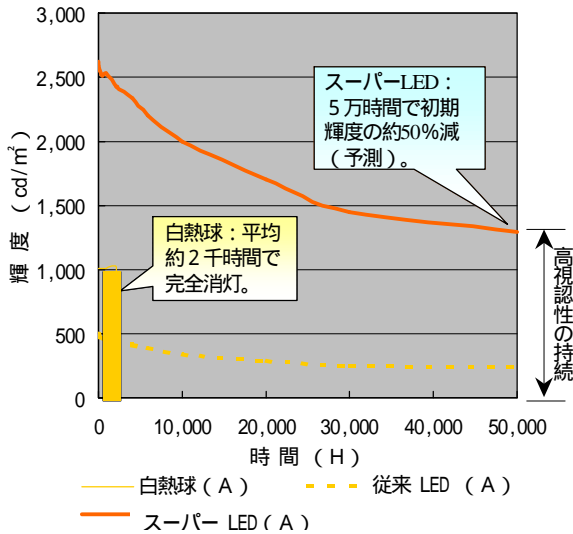


図5 連続点灯時間に対する輝度特性

Fig. 5 Brightness vs continuous lighting hours

約 50%減となった時点で定義しており発光色によって異なっているが、約 2 万～5 万時間を寿命としている。ただし LED については、デバイスの特性面から完全消灯には至らないため、ユーザーが実際使用状態で要求する視認性（輝度）をしきい値として、そこを寿命と規定する考え方も可能となる。

図 5 に白熱球と従来 LED、およびスーパーLED の当社 3 光源の連続点灯時間に対する輝度特性（発光色：A）を参考までに示しておく。この図におけるスーパーLED の寿命曲線については、当社継続試験データ（約 4 千時間経過）と LED 素子メーカーでの継続試験データ（約 2 万時間経過）を基に LED デバイスの特性を加味した予測曲線になっている。

この図より、スーパーLED は、初期輝度において白熱球よりも明るくなっており、しかも、白熱球が平均的に約 2 千時間において視認性を無くすのに対し、スーパーLED は約 5 万時間経過時点で輝度は減衰しているが、非常に高い視認性を持続し白熱球の初期の輝度よりも高い値を維持していることがわかり、高視認性の持続による安全性の確保という観点から非常に優れているといえる。

また、光源交換の頻度、工数、光源代、管理費などのランニングコストを考え併せると、大きな経済的効果を実現できる。

次に、この長寿命化による効果を、メンテナンス性による経済的効果に着目して述べていく。

3.2.2 コストパフォーマンス

ここでは、3.2.1 項の中で述べた寿命時間を設定することによるコスト試算を行い、経済効果の側面につい

て考察する。表 2 に、白熱球とスーパーLED に関する初期投資から 5 万時間までのコスト試算結果を示す。

コスト試算内容としては、表 2 に示すように白熱球とスーパーLED 各々の光源を搭載する HW シリーズ表示灯 1 灯を継続使用していくことを仮定し、初期投資額と約 5 万時間（約 5.7 年間）に費やす維持費との合計投資額を試算したものである。白熱球光源の場合、5 万時間経過時点で約 21 回の光源交換を必要とするため、光源代

表 2 初期投資から 5 万時間経過時に要するコスト試算
Table 2 Estimates of initial cost and 50,000-hour operating cost

項目		白熱球 内蔵表示灯 (形番 W1P-207A)	スーパーLED 内蔵表示灯 (形番 W1P-204A)
性能	寿命	平均約 2,000 時間 [約 0.2 年間]	約 50,000 時間 [約 5.7 年間] (注 1)
	消費電力 (注 2)	1W	0.24W
初期投資	表示灯価格	345 円 / 1 灯	775 円 / 1 灯
維持費 (5 万時間 の試算)	光源交換 回数	21 回	(不要) 0 回
	光源代	3,360 円	(不要) 0 円
	光源交換に 要する工賃 (注 3)	5,250 円	(不要) 0 円
	電気代 (注 4)	1,226 円	294 円
1 灯あたりに要 するコスト (5 万時間)		10,181 円	1,069 円

(注 1) 輝度が初期値の約 50% になる時点。

(注 2) 消費電力は DC24V 印加時の値。

(注 3) 工賃：3,000 円 / 時間、交換時間 5 分と設定。

(注 4) 電力単位：28 円 / kWh と設定。

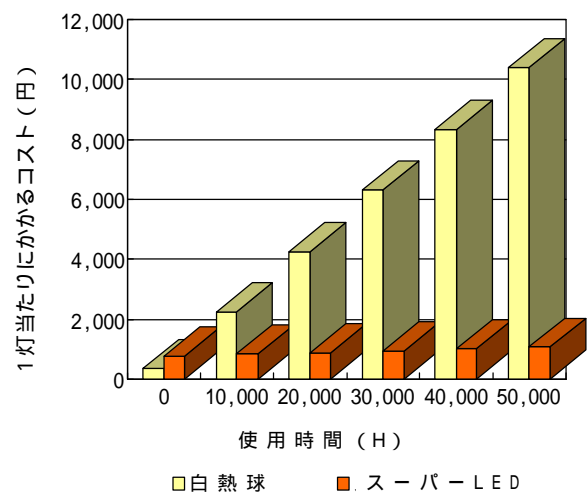


図 6 初期投資から 5 万時間までのコスト試算経緯

Fig. 6 Cost increase from initial installation to 50,000-hour operation

および光源交換に要する工賃が高いものになる。一方スーパーLED 光源の場合は、光源の交換が不要であるため初期購入時の投資と消費する電気代のみで済むことになる。

また、別の観点から見れば、スーパーLED の初期輝度の約 50%時点において白熱球の初期輝度を上回っている状況では、5 万時間を超過して使用する場合にも光源の交換が不要であり、更に維持費のコストダウン化がはかれることになる。

次に表 2 の試算結果を基にして、白熱球とスーパーLED 各々の使用時間に費やす初期投資から累計した経費の関係を図 6 に示す。

この図からわかることは、現段階において初期投資額については白熱球を購入する利点はあるが、長期に渡る維持費用を考えた場合、スーパーLED を採用することにより、白熱球と比較して 5 万時間経過時で 1 灯当たり約 9,112 円のコスト削減が見込まれることになる。

これら、性能面・安全面・使用時間におけるトータルコスト面など各条件を総合すると、LED を光源とする表示灯が最適であるといえる。そして、更にスーパーLED 導入による高輝度化実現により、省エネルギー化・長寿命化・省ランニングコスト化がより促進される結果となる。

以上、スーパーLED 技術導入による効果について述べ

たが、LED デバイスのみの技術開発だけでは、容易に実現することができない表示技術もまだあることは現状ではやむを得ないところである。

次に報告する技術は、全く新しい観点から開発した当社第 4 世代の表示技術となる短波長の青色 LED を光源とし、蛍光色素を含有したプレートにより波長変換するラムダコンバータ技術である。この技術により現状の LED デバイスが持つ課題の 1 つを解決することになる。

4．波長変換原理 [11][12]

波長変換の原理は、短波長の青色 LED を励起光とし蛍光色素を含有させた樹脂プレートを照光面のレンズ部に組み込むことにより、任意の色へと波長変換させるものである。この蛍光色素を含有させた樹脂プレートを「ラムダコンバータ」と呼ぶ。

4．1 ラムダコンバータの波長変換原理

ラムダコンバータによる波長変換の原理を図 7 に示す。

一般的に、原子の周りには電子があり、電子的なエネルギーを与えると、電子はそのエネルギーを吸収し図の中で示されているように、低いエネルギー準位 S_0 （基底状態）から高いエネルギー準位 S_1 （励起状態）に遷移する。しかし、この励起状態は不安定であり、振動緩和を経て

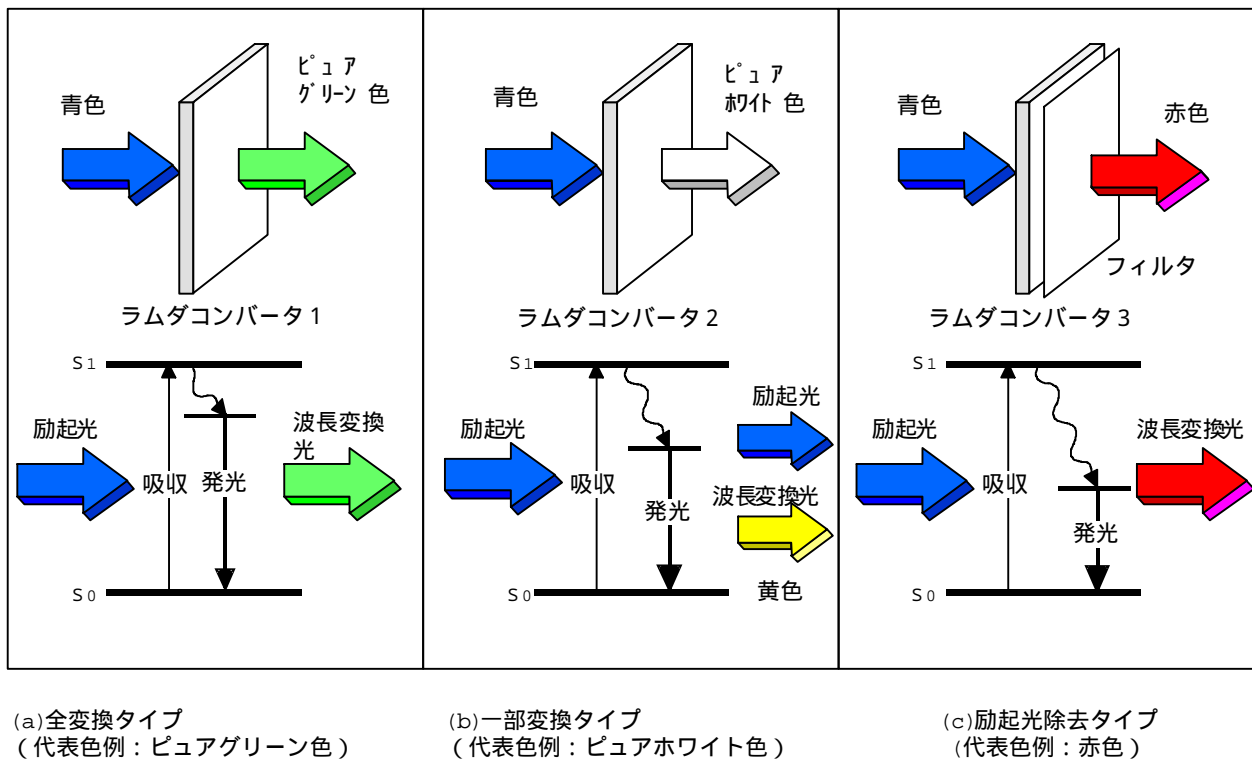


図 7 ラムダコンバータの波長変換原理図

Fig. 7 Principle of wavelength conversion using the lambda converter

安定した基底状態へと遷移していく。この遷移過程の際に、固有のエネルギー差 E に相当する波長の光がルミネッセンスとして放出される。

ラムダコンバータの光源として使用する短波長の青色 LED は、可視光の中で一番高いエネルギーを保有するため励起光として最適であり、ラムダコンバータに含有させた蛍光色素の種類を選択することにより、青色から長波長側の任意の光を発光させることができる。

4.2 波長変換技術による各色表示

ラムダコンバータを用いた波長変換技術は、プレートに含まれる蛍光色素の種類と濃度の調合により、図7で示した3種類の変換タイプに区別できる。図8に当社 SLC40 シリーズ集合表示灯[13]にラムダコンバータを搭載した場合の、波長変換された各色の発光スペクトルを示した。

ここで、ラムダコンバータにより波長変換された緑をピュアグリーン色（色記号 P G）、同様に波長変換により蛍光灯に近い真っ白の表示色となる白をピュアホワイト色（色記号 P W）と呼ぶことにする。

図7(a)に示すラムダコンバータ1による変換タイプを全変換タイプと呼び、代表色の例ではピュアグリーン色である。原理は、励起光の青色をラムダコンバータが殆ど吸収し、全く異なる波長へ変換するものである。図8中に示すように、青のピーク波長 450nm から 520nm へ完全に波長変換されていることがわかる。

図7(b)に示すラムダコンバータ2による変換タイプ

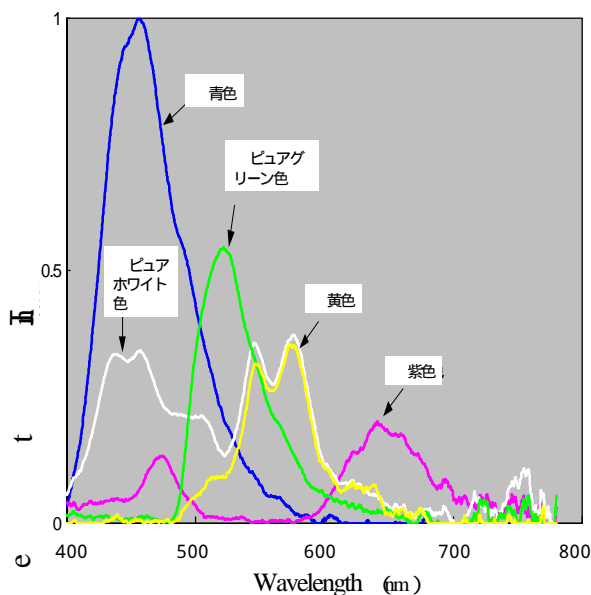


図8 青色LEDとラムダコンバータによる発光スペクトル
Fig. 8 Illumination spectrums of the blue LED and lambda converter

を一部変換タイプと呼び、代表色の例ではピュアホワイト色である。原理は、励起光の青色の一部をラムダコンバータが吸収して波長変換させた光と、そのまま吸収せず透過した青色の光が混じり合う加法混色によるものである。ピュアホワイト色の場合、励起光の一部を吸収し波長変換した黄色と、そのまま透過した青色が混じってピュアホワイト色となる。図8中より青のピーク波長 450nm と一部波長変換されたピーク波長 550nm と 580nm が存在していることがわかる。

図7(c)に示すラムダコンバータ3による変換タイプを励起光除去タイプと呼び、代表色の例では赤色や黄色である。原理は、図7(b)の応用となるのであるが、励起光を一部吸収し波長変換した光のみを発光させるため、カラーフィルタにより透過してきた青色をカットしている。図8中のピュアホワイト色と黄色の比較においてわかるように、青色が透過したものがピュアホワイト色となり、青色をカットしたものが黄色となるものである。

次に、ラムダコンバータ技術の効果を確認したので、その内容を次項で述べる。

5. ラムダコンバータによる色彩の明確化の実現

ラムダコンバータにより波長変換された表示色を、従来の表示色との比較も含めた内容で図9の色度図に示し、色彩の明確化に対する効果を確認した。図中に明記した表示色に対する番号は、図8中の各色の光スペクトルを色度図上で表したものである。

図9(a)は第3世代である従来LEDの表示色を色度図上で表したものであり、単色光のLEDが持つ6色の発光色の分布を示している。ここでは青色が他色と比較して識別しやすいことがわかるが、その他のものは色度図上全体から見た場合、比較的狭い領域での分布となっていることがわかる。

図9(b)はラムダコンバータを用いた表示色を色度図上で示したものである。ここでは、色彩の明確化の向上を確認するため、図9(a)における緑色と図9(b)に示すピュアグリーン色、および同(a)乳白色と(b)ピュアホワイト色とを比較する。

これからわかることは、ラムダコンバータ技術により従来の緑色はより純緑色に近づき、従来のオレンジ色に近い乳白色は、蛍光灯色に近いピュアホワイト色へと色彩の明確化がなされている。

そして、特にピュアホワイト色については、LED単体では表現できない色であるため、長年待ち望まれていた色であることを述べておく。今回ラムダコンバータ技術を用いることにより容易に実現可能となった効果は非常に大きいといえる。

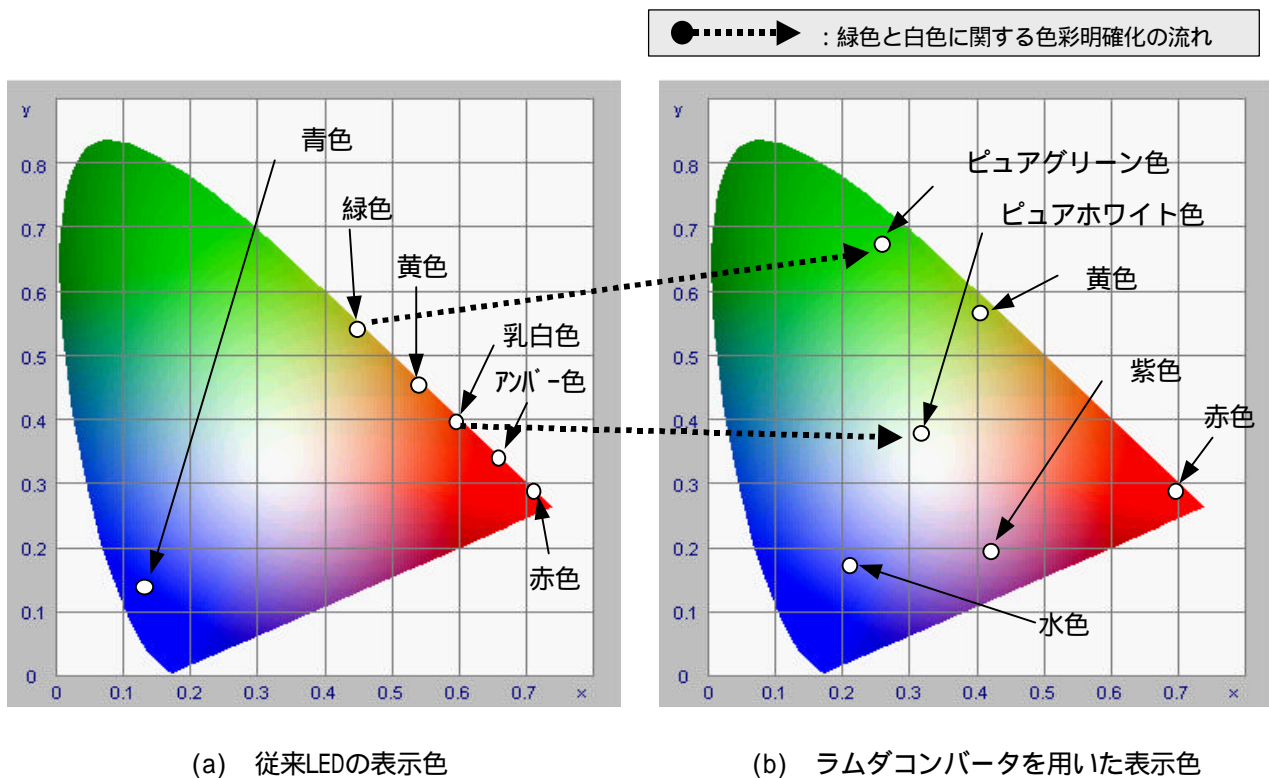


図9 従来LEDとラムダコンバータの色度
Fig. 9 Chromaticity of the conventional LED and lambda converter

図9 (b)においては、表示6色を代表例として表しているが、ラムダコンバータに含有させる蛍光色素を選択することにより、色度図上の広い範囲での表現が実現可能である。本稿最初の頁の図2に示したように、色度図上の合計61種類もの色表示を行っており、飛躍的な表示色数の増大を実現できることが確認できる。

ここでもう一つ特筆すべき点は、青色LED光源を励起光として統一しているため、ラムダコンバータを交換するだけで表示色の変更が可能となる点である。頻繁に起こる表示色の仕様変更要求に対して、今までの白熱球の感覚で簡単に対処でき、しかも各表示色に対応する光源を在庫する必要がないため、管理面でも大変扱いやすいものとなっており、従来のLEDを光源とする表示灯が抱えていた課題を一挙に解決することになる。

以上のように、当社が第4世代として開発したラムダコンバータを搭載した表示灯は、当初目的としていた国際標準規格に定義されている要求色に対する完全適合を十分達成させることができた。

当然、高輝度青色LEDがベースであるため、スーパーLEDで報告した内容と同様に、高輝度化や省エネルギーおよび長寿命化の効果についても大きいものがある。

そして、レンズ部を交換するだけで色交換ができる簡便さも兼ね備えた表示技術でもあるため、このラムダコンバータ技術は、LEDと白熱球の性能面及び使用面に

おいての全ての長所を取り入れたものとなり、最適なHMI環境を創造するためのコア技術として今後、大きく展開すると確信するものである。

6. まとめ

デバイスを含む表示技術は、日々急速に進歩しており、今回導入したスーパーLED技術やラムダコンバータ技術に関しても種々存在する表示デバイス技術の内の1つである。

今回開発したこれら2つの表示技術は、各々が持つ特長を最大限活かした技術であり、特に第4世代の表示灯として世界で初めて完成したラムダコンバータによる波長変換の技術は、これからの表示環境に大きな変化をもたらすと考えられる。

制御盤など表示灯が使用される環境は、高輝度化への要求が主体となっていくであろうが、多色表示化や省エネルギー化を要望する流れも根底に存在していると考えている。

今後、更に表示技術をレベルアップするためには、例えば、LEDデバイスのみでの多色表示化の実現であったり、ラムダコンバータの光源として、青色LEDよりもエネルギーの大きい紫外のLEDの採用などが考えられる。また、これとは別に全ての性能を網羅することができる、

全く新しい次世代の表示技術を意識した開発も必要となる。

今後も継続して表示灯全体としての進化を目指すとともに、最適な HMI 環境を創造するために表示灯が果たす役割が非常に重要であることを認識し、従来の技術を継承した上で新技術を取り入れた製品開発に取り組んでいく所存である。

7. おわりに

今回のスーパーLED およびラムダコンバータの開発にあたり、製品化する上でご協力いただいた生産技術センタ、品質保証センタ、およびハイデック株式会社その他、当初より開発に携わっておられた関係部署の皆様がこの場を借り深く感謝の意を表します。

参考文献

- [1] 山中俊夫著：“色彩学の基礎”，(株)文化書房博文社，初版，1997，p.9
- [2] 馬野勝三，田辺伸一，松本吉弘：“高輝度面発光 LED 表示灯の開発” IDEC REVIEW，和泉電気株式会社，1996，p.34-41
- [3] 間宮 勝，錦 朋範，馬野勝三，田辺伸一，高木俊和，藤田俊弘：“ホログラムと面発光 LED を用いた高視認性表示技術の開発” Human Interface'96，主催：計測自動制御学会・企画：ヒューマン・インターフェース部会，1996，p.493-p.500
- [4] 馬野勝三，西原 敏，松本吉弘：“青色 LED 搭載コントロールユニットの開発” IDEC REVIEW，和泉電気株式会社，1997，p.50-56
- [5] 国際電気標準会議 IEC 60073:Basic and safety principles for man-machine interface, marking and identification – Coding principles for indication devices and actuators, 1996
- [6] 国際電気標準会議 IEC 60204-1: Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part1:General requirements, 1997
- [7] 日本工業規格 JIS C 7709：電球類の口金及び受金の種類と寸法
- [8] 和泉・機器製品総合カタログ 1.5 版，和泉電気株式会社，1999，p13-28
- [9] 和泉・機器製品総合カタログ 1.5 版，和泉電気株式会社，1999，p112-164
- [10] 日本電気制御機器工業会規格 NECA 4102「工業用 LED 球解説」，p.12
- [11] 間宮 勝，塩路卓也，三輪高仁，岡本炳人，藤田俊弘：“青色 LED 励起による波長変表示技術の開発”計測

自動制御学会ヒューマン・インターフェース部会
第 13 回ヒューマン・インターフェース・シンポジウム論文集，1996，p.493-500

- [12] 三輪高仁：青色 LED を励起光にした多色表示技術～ラムダコンバータによる面照光表示灯の実現，日本工業新聞社「電子技術」，1998-7，p.52-56
- [13] 和泉・機器製品総合カタログ 1.5 版，和泉電気株式会社，1999，p533-551

執筆者紹介

- * 1) 商品開発部 H1000 所属
- * 2) 商品開発部 H1000 所属
- * 3) 商品開発部 H7000 所属
- * 4) ハイデック(株) 技術開発部 開発技術担当
- * 5) ハイデック(株) 取締役 (兼) 技術開発部 部長
- * 6) 生産技術センタ 工法技術開発担当
- * 7) 生産技術センタ 工法技術開発担当 リーダー
- * 8) 商品開発部 K1000 開発リーダー

