

# 道路情報板向け“オーロラビジョン”の配光制御

井上陽子\*  
青木千恵\*\*  
井上博文\*\*\*

*Light Distribution Control of "Diamond Vision" for LED Message Signs*

*Yoko Inoue, Chie Aoki, Hirofumi Inoue*

## 要 旨

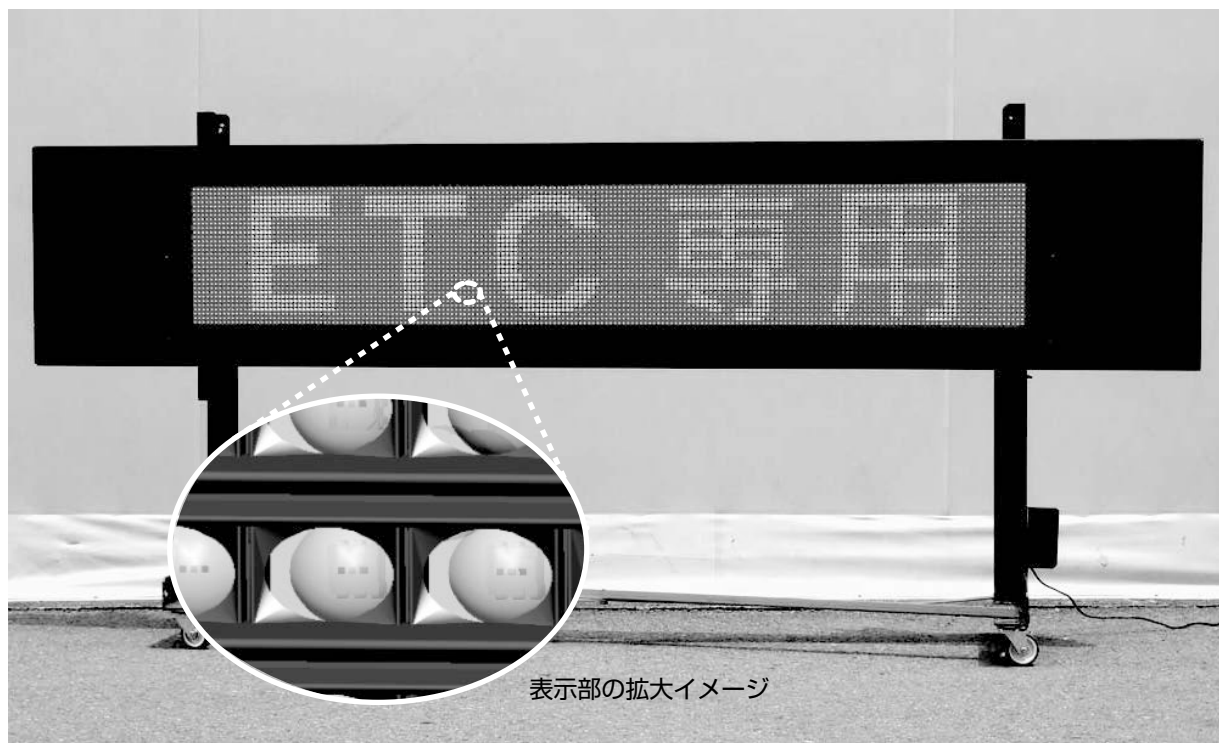
LED(Light Emitting Diode)式の大型表示装置は、LEDの飛躍的な高効率化によって低消費電力型の表示機器として近年急速に普及し、従来のスタジアム用途などのほか、デジタルサイネージや交通、道路分野等の新しい分野での利用が拡大している。三菱電機大型表示装置“オーロラビジョン”でも積極的に新分野への展開を進めており、昨年度は低消費電力型の道路情報板を製品化した。

道路分野向け表示装置では広い視野角は求められない一方で、良好な視認性と低消費電力そして長寿命が求められる。

今回開発した道路情報板では、表示素子に3 in 1 LED素

子<sup>(注1)</sup>を採用して、解像度を高め視認性を向上させた。また、LEDの前面に備える透明な樹脂性のカバーにレンズ形状を一体成型することによって、視野角内に表示光を集光し光の利用効率を高めた。3 in 1 LED素子の配光制御で生じやすいカラーシフトは、レンズ形状の最適化設計と発光素子の配列を組み合わせることによって抑制した。配光制御によって画質を損なうことなく光の利用効率を高めた結果、消費電力は3分の1に削減され、LED駆動電流の低減による素子寿命の改善が図れ、視認性、省エネルギー性、信頼性に優れた製品となった。

(注1) 1つのLEDパッケージの中に3原色(RGB)の発光素子が入ったLED素子



表示部の拡大イメージ

## 配光制御を適用したETC<sup>(注2)</sup>車線表示板

2012年8月に製品化したETC(Electronic Toll Collection system)車線表示板と表示部の拡大イメージである。イメージではLEDの交互反転配置と前面カバー一体型の配光制御レンズを示す。カラーシフトを抑制しつつ表示光の集光性を高め、消費電力を3分の1に削減した。

(注2) ETCは、首都高速道路(株)、阪神高速道路(株)、東日本高速道路(株)、中日本高速道路(株)、及び西日本高速道路(株)他の登録商標である。

## 1. ま え が き

三菱電機では、大型映像表示装置オーロラビジョンで、屋外向け大型表示装置に関し30年以上の実績を持っている。オーロラビジョンで培った技術を展開し、道路情報板の開発に取り組み始めた。

道路分野の表示装置では、高い視認性と低消費電力、長寿命が求められる。そこで三菱電機では、LEDの配光制御によってこれらの性能に優れた製品を開発した。

本稿では、この道路情報板におけるLEDの配光制御技術について述べる。

## 2. 道路情報板

道路の付帯設備である道路情報板は、道路情報・交通情報・気象情報等の情報を、通行する利用者に対して正確かつすみやかに伝達するために備えられている。図1に道路情報板の製品を示す。道路情報板は、円滑な交通を確保することを目的とし、利用者にとって分かりやすく認識しやすいこと、誤認のない表示板であることが大切である。

道路情報板の方式は、目的や設置場所によって内照固定方式、字幕変更方式や電光式等があったが、LEDの普及に伴いLED式が主流となってきた。近年は、CO<sub>2</sub>削減の世界的な取組みと近年のLEDの飛躍的な効率向上とによって、低消費電力型のLED式への置き換えが促進されている。しかしながら、常時点灯されている道路情報板では、低消費電力型の表示装置でも消費される電力量は相当量に上るため、環境・電力問題へ高い関心が寄せられているこの時勢では、より一層の消費電力削減が求められている。

## 3. 道路情報板開発の課題

### 3.1 従来のオーロラビジョン

図2には三菱電機の従来製品である屋外設置型のオーロラビジョンの構造を示している。外形フレーム、LED素子、LED素子がマトリックス状に実装したプリント基板、プリント基板の前面にあり長期信頼性の高い透明な樹脂で成型した前面カバー、そして、日射を遮るルーバーの主に5部品で構成している。

図3はオーロラビジョンで採用している面実装タイプの3 in 1 LEDの外観、発光素子配列及び配光特性を示す。3 in 1 LEDは、1つのLEDパッケージの中に3原色(RGB)

の発光素子が入ったLED素子である。各色の発光素子の明るさを階調制御することによってフルカラーの表示を行うことができる。配光特性は広くほぼ半球状に広がる特性である。

従来のオーロラビジョンは、公共施設用途に向けて様々な方向から視認されることを想定し、LEDの広い配光特性を維持するように設計されている。特に水平方向の視野角は広く±60°以上を持つ。

### 3.2 従来の道路情報板

道路情報板は、通行する運転者の限られた方向から視認されることが前提のため、要求される視野角は狭く±10°程度が一般的である。従来の道路情報板では、モールド樹脂の表面形状によって水平・垂直全方向を狭配光にした1 in 1又は2 in 1の砲弾型LED素子を用いて構成されるのが主流となっている。

図4は代表的なLED素子の配列例を示す。3 in 1 LEDの配列(図4(b))では、3 in 1 LEDの1素子が1画素に対応するが、砲弾型LED素子を用いる場合(図4(a))には、1画素を形成するために複数の砲弾型LED素子が必要で、

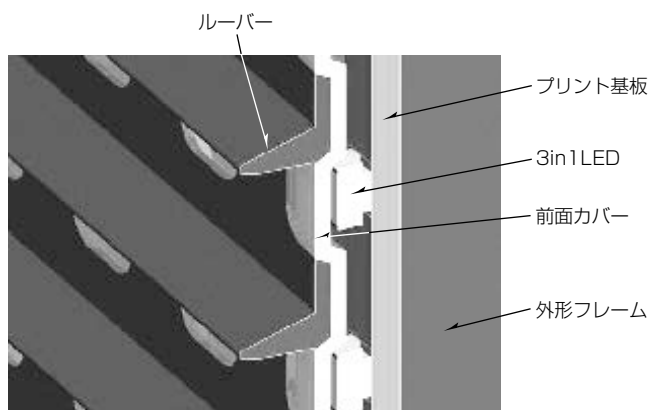
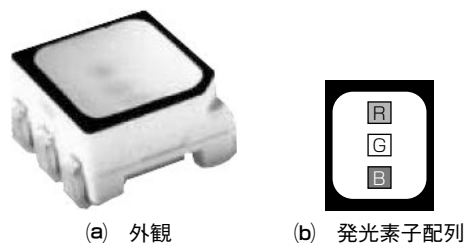
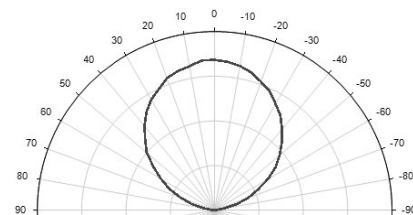


図2. オーロラビジョンの構造



(a) 外観 (b) 発光素子配列



(c) 配光特性

図3. 3 in 1 LED



(a) ETC車線表示板 (b) 路側表示器  
図1. 道路情報板の製品(ETCゲート向け製品)

◇一般論文◇

1画素は配列ピッチの2倍の幅が必要となり、解像度が劣っていることが分かる。

3.3 オーロラビジョンの配光制御の課題

3 in 1 LEDを用いたオーロラビジョンを基本に道路情報板を開発すると、解像度を向上させることができる一方で、オーロラビジョンの広い配光を狭角化する配光制御が必要となる。道路情報板の狭い視野角内に表示光を有効に集光させることができれば、光の利用効率が高まり、消費電力の削減につなげることができる。

しかしながら、異なる色の発光素子が異なる位置に実装されている3 in 1 LEDを集光する場合には、幾つかの問題点がある。1つは、レンズなどの集光手段の材料の屈折率の波長依存性である。例えば透明樹脂であるポリカーボネートの屈折率は、青色の波長帯では1.60、赤の波長帯では1.58であり、赤色の光に対する集光作用の方が小さく配光は広がる(図5(a))。別の問題としては、レンズと発光素

子の相対位置関係の相違によるものがある(図5(b))。レンズからの出光角度は発光素子とレンズの位置関係によって定まるため、異なる位置関係にある発光素子には異なる配光特性が生成される。

このように色ごとに異なる配光を持つ場合、これらを光源として用いると、見る方向によって色が違うカラーシフトという現象になる。

道路情報板では、文字による表記内容の認識のほか、定型の表示では色で内容を判断してしまう運転者もいる。例えばETCゲートでは、紫はETC専用・緑は一般のイメージで、文字よりも色で判断している場合も多い。このように、カラーシフトは表示画質の悪化だけでなく、運転者の誤認という危険をも誘起する可能性があるため、カラーシフトに十分配慮した配光制御を行うことが必要である。

4. 配光制御技術

4.1 配光制御のレンズ設計

配光制御を行うレンズは、図2の前面カバーに一体成型で形成することにした。これによって新たな部品の追加によるコスト増や光の挿入損失を抑制することができる。

図6は、このような構成の際に生じる可能性のあるカラーシフトを模式的に表した図である。中心を白色で調整した場合、中心付近の白色の外側に赤みを帯びる領域と青みを帯びる領域が生じている。波長差による影響で赤色を帯びる領域の方が若干広がっている。発光素子配列方向(以下“配列方向”という。)には赤から青に色が変わるカラーシフト、それに垂直な方向(以下“垂直方向”という。)には同色で色味が変わるカラーシフトが生じている。

このようなカラーシフトを抑制するため、この製品では配列方向に曲率のゆるいトロイダル面形状のレンズを採用した。配列方向では発光素子とレンズとの位置関係の影響を低減し、垂直方向では光の集光を高めることが狙いである。

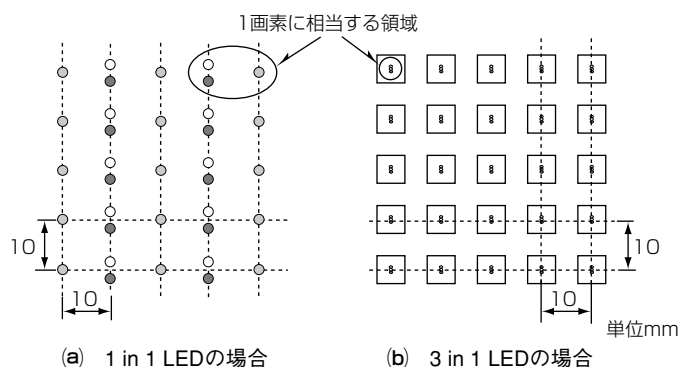


図4. LED素子配列

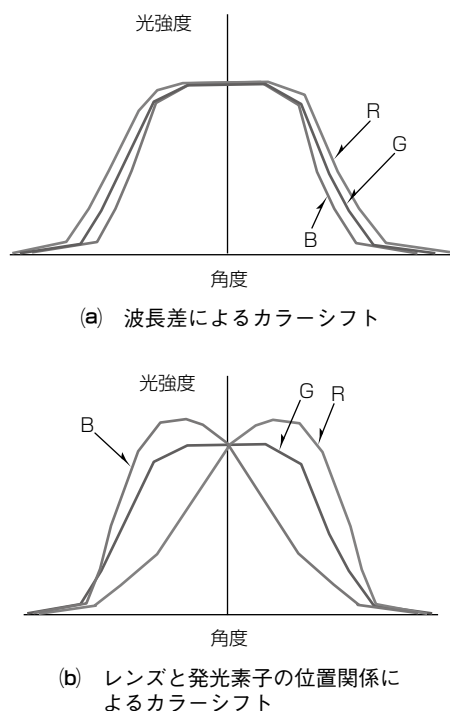


図5. カラーシフトが生じた場合の色ごとの配光特性

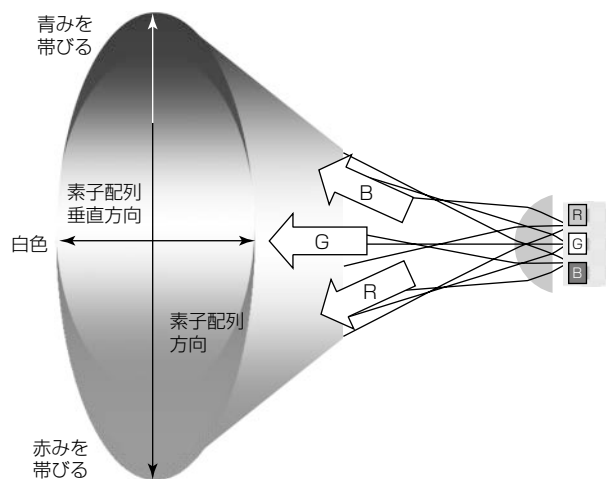


図6. 3 in 1 LEDのカラーシフトの模式図

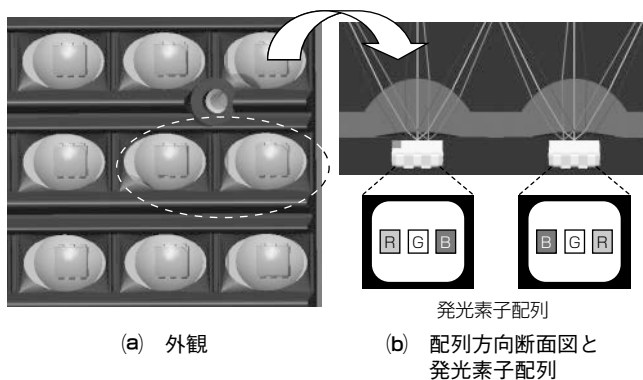


図7. 配光制御レンズ設計例

垂直方向では、波長差による影響も考慮したレンズ形状の最適化設計を行った結果、カラーシフトのない特性を得ることができた。配列方向では、発光素子の配列をRGB→BGR→RGBと交互に反転させる手段も加え、発光素子とレンズの位置関係の影響の除去と集光性を両立させた。これによって配列方向に残存していたカラーシフトを解消した。

図7にこの設計を行った前面カバー一体型のレンズ形状の一例を示す。なお、ここでは発光素子の配列方向が水平方向であるが、用途によって発光素子配列の方向とレンズ形状は最適化を行っている。

図8にはこの設計例における配列方向及び垂直方向の配光特性を示す。どちらの方向でもカラーシフトのない良好な配光特性が得られていることが分かる。また正面輝度は、配光制御レンズのない場合に比較して約3倍に向上し、同一輝度を得るために必要な電力量は約3分の1に低減された。

#### 4.2 配光制御による更なる利点

配光制御は、消費電力の低減のほかにも多く利点を生み出した。駆動電流を大幅に低減したため、LED素子寿命が延び、表示機器の信頼性を向上させた。また、発熱量の低減によって、冷却構造を簡素化し、冷却用ファンの削除、薄型筐体(きょうたい)を実現した。ファンレス構造は、エアフィルタのメンテナンスが不要になり保守費用を軽減する。薄型筐体は、本体質量の軽量化(従来品に対して6分の1)につながり、設置工事の負荷軽減や支柱などの周辺設備の簡易化に貢献する。

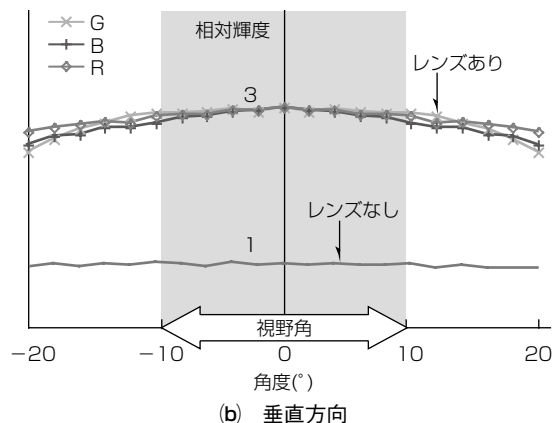
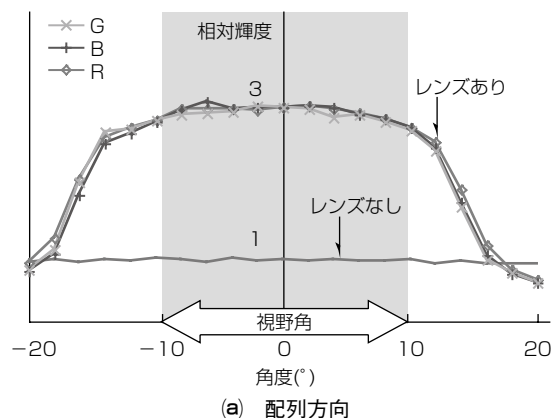


図8. 配光特性(シミュレーション)

### 5. む す び

オーロラビジョンの大型表示装置に配光制御技術を適用し道路情報板を開発した。表示装置における配光制御ではカラーシフトの問題が生じやすいが、レンズ設計とLED素子の配列を組み合わせることでカラーシフトを抑制した。光の利用効率を高めた結果、消費電力の削減のほか、長寿命化、薄型軽量化やファンレス構造も可能となり、省エネルギー性、信頼性に優れた製品となった。多くの利点を生み出した配光制御技術を今後も広く展開し、オーロラビジョン製品の品質向上に努めたい。