

Abstract

In recent trends, riders are looking for motorcycle headlights to have a freer and more unique look. This paper introduces a newly developed compact and lightweight headlight module that realizes an attractive design while ensuring its function as a headlight [1].

This module was developed with the aim of expanding the light distribution performance that can be deployed in global platform models and increasing the degree of freedom in design layout by downsizing of the lamp body itself. Here, we introduce technical topics related to this concept. This module was jointly developed with lighting equipment supplier, FIEM INDUSTRIES LTD.

1 はじめに

近年のトレンドにおいて、二輪車のヘッドライトにはより自由で、個性のある表情を創ることが求められている。本稿では、ヘッドライトとしての機能を担保しながら魅力的なデザインを実現する新開発の小型軽量ヘッドライトモジュールについて紹介する^[1]。

本モジュールは、グローバルプラットフォームモデルに展開可能な配光性能、灯体の小型化によるデザイン・レイアウトの自由度拡大を目標に開発した。

ここではその技術的トピックスを紹介する。なお、本モジュールは、灯火器サプライヤの FIEM INDUSTRIES LTD. と共同開発したものである。

2 開発のねらい

本開発は、「世界最小、最軽量のヘッドライトモジュールの実現」をコンセプトとし、車両搭載時の信頼性確保、前照灯法規適合の上、グローバルプラットフォームモジュールとして、優れた商品性配光、魅力的なデザインの実現を目指した。

3 新光学方式の発明

開発コンセプトの実現には、内部に搭載する光学構造自体が小型軽量であることに加え、高性能・高効率であることが必要であった。そこで光学方式としては小型化可能なプロジェクタ方式を選択し、さらに Lo・Hi 両ビームの照射機能を単独モジュールで実現可能な“バイファンクション”タイプを検討することにした。

灯体サイズにおいては、高効率かつ安価である当時最新の LED 光源を先行採用することにより、外部から直視できるアウトレンズを既存の $\phi 70\sim 90\text{mm}$ に対して、 $\phi 40\text{mm}$ まで小径化することが可能となった。

基本構造は、当初プロジェクタ方式として一般的であった上下配置のインナリフレクタを検討したが、この方式には以下の特徴的な課題があった。

- ・ 小さな灯体採用に伴う配光作りこみにおける照射範囲確保と一部への照射集光 (Hot Spot) 課題
- ・ インナリフレクタおよび大容量光源採用による放熱課題

これらを解決し、開発コンセプトを実現するには、前述の構造採用は得策ではないと判断し、集光率の高い Hi ビームのみ従来の1光源1インナリフレクタを採用し、Lo ビームに関しては樹脂内屈折を利用した光束利用効率の高い平行光を作り出すコリメータレンズを使用した新光学方式を採用した(図1)。

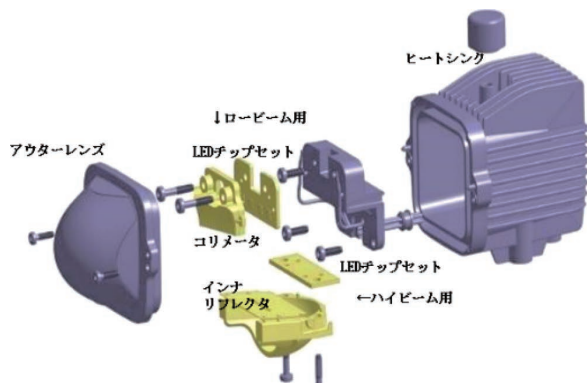


図1 モジュール展開図

さらに集光ポイントを分散するために、従来の1光源を4つに分割しそれぞれの光源にコリメータレンズを配置することで集光を抑えた。またインナレンズ表面に光拡散用のカットを入れることで配光ムラの原因となるコントラストを抑え、視認性の良い配光を狙った。

しかし、各コリメータから発した平行光は小さな筐体内ではアウトレンズの屈折のみでは十分に配光幅が取れなかったため、従来のインナリフレクタと同様に筐体内部で光線経路をクロスさせるよう、インナレンズ照射表面を山型にカットしたレンズを新設計して対応した(図2)。

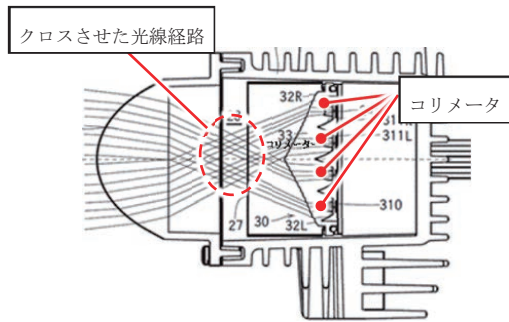


図2 インナレンズと光線経路図

これらの施策織込みと光学シミュレーションによる各レンズ面の形状調整により、当社で開発した大型モーターサイクルモデルのヘッドライト(UNECE_ClassD)と同等以上の配光性能を持つ光学方式を完成させることができた。

4 厚肉光学レンズの成立性検証

4-1. 厚肉光学レンズ採用と課題

Lo・Hi ビームの二つの異なる特性を持つ光学系を1つのモジュールで成立させるには、これまでになく高屈折率をもつ厚肉光学レンズの採用が必須となった(図3)。

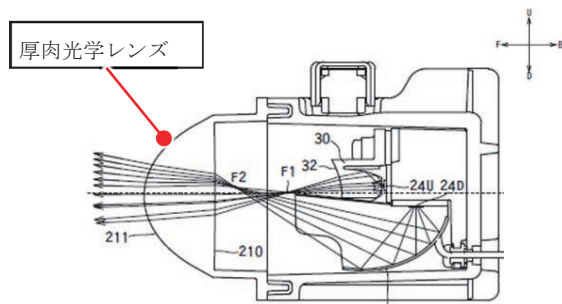


図3 厚肉光学レンズの採用

厚肉レンズを採用したヘッドライトはこれまでも開発実績はあるが、いずれも屈折倍率が大きく連続的な形状を持つことから、すべての光線経路とその色収差の状況を把握することが困難であった。

特に小型化された今回のモジュールでは、わずかな焦点位置や光線経路のズレが配光不良につながるため、構成品の形状や位置には高い精度が求められる。また、灯体内に焦点を持つことで太陽光の集光による周辺パーツへの熱害も配慮すべき特性となった。生産金型による試作段階においては、机上検証で抽出しきれなかった照度、色ムラ、漏光が発生し、現物を用いた検証が必要となった(図4)。

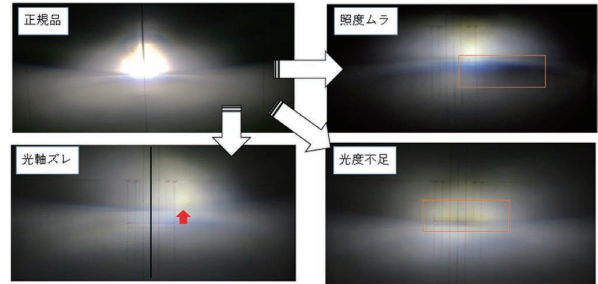


図4 スクリーンでの実機検証

配光品質を確保するため、構成品の位置・形状精度検証、周辺部品への影響がある漏光、太陽光集光を重点確認項目とし、光学シミュレーションによる先行評価を実施した(表1)。

表1 重点確認項目

課題	施策	結果
① 構成品位置ズレ	公差再現シミュレーションの実施	位置決めピン寸法適正化
② 形状精度	TO トライへの YMC 製造参加	成形パラメータの適正化
③ 太陽光集光	切削品による確認	周辺部品への耐熱性要求
④ 漏光	切削品による確認	周辺部品のレイアウト要求

4-2. 構成品位置・形状精度検証

構成品(レンズ、インナレンズ、LED)を X、Y、Z 方向に3Dデータを移動し、各公差内のバラつきをシミュレーションで再現した(図5)。

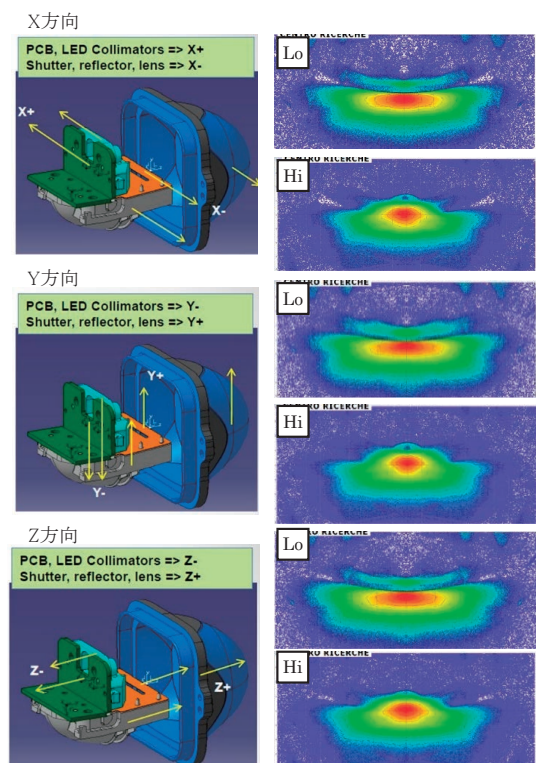
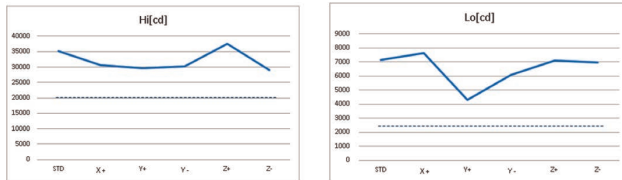


図5 公差ずれ検証配光シミュレーション

【結果】

公差内では、シルエット変化は少なく要求光度に対し十分な余裕を確認した(表2)。

表2 要求光度検証



4-3. 漏光

他の走行車両や歩行者に対する有害な漏光を抑制するため、光度シミュレーションの範囲を広げ、周辺への漏光を確認し、逆光線追跡機能によってその経路を把握した。

【結果】

側方90°へ50cd 相当の漏光を確認した(図6)。経路は凸レンズ内を全反射した光が照射面の広範囲から発生していたため、外装カバーで遮光した。

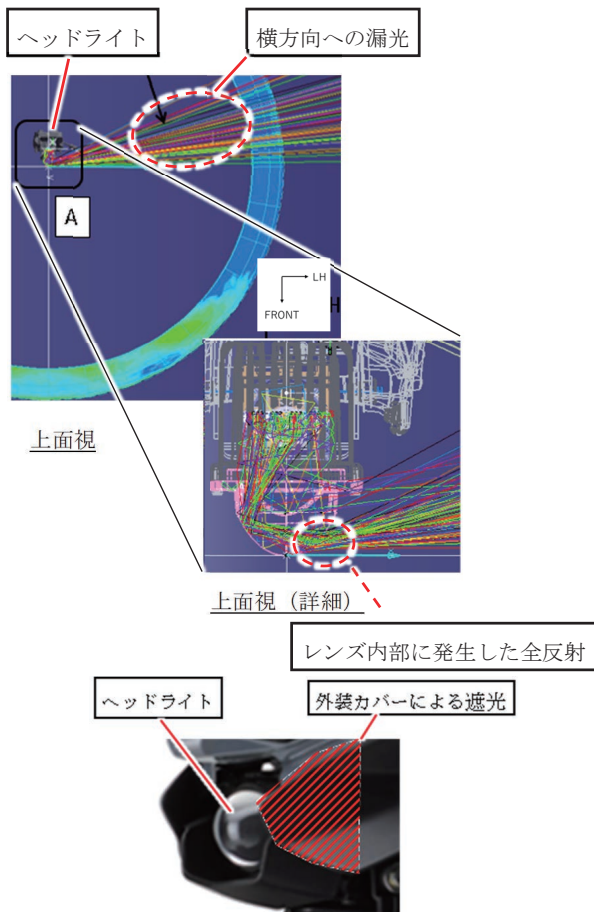


図6 漏光の光線経路と外装カバーによる遮光

4-4. 太陽光集光

凸レンズの特性上、特定方向への集光は避けられないため、太陽光を入射させない、耐熱温度の低い部品を集光ポイントに配置しない等の施策をとった。

幅広いモデルへの展開を想定し、光学シミュレーションより集光率を算出し、一般樹脂材耐熱温度を上回る可能性がある範囲を特定した(仰角90°~55°、レンズ距離6~21mm:図7)。試作レンズおよびテストピースを用いて特定ポイントの実測をおこなった。

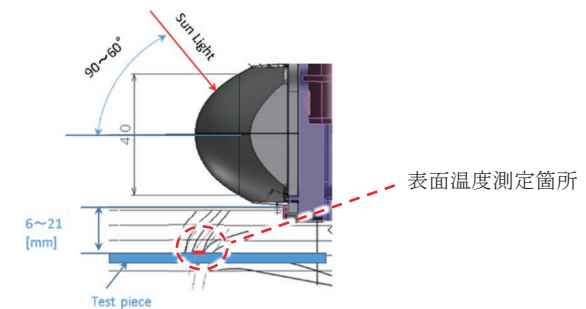


図7 集光予測箇所

【結果】

仰角90°、レンズ距離6mm、雰囲気温度40℃の条件において、一般樹脂材の耐熱温度 (PP: 85℃、ABS: 79℃) を上回る107℃の部位があった(図8)。

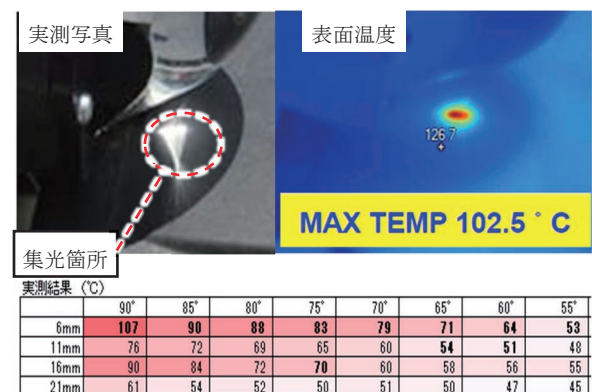


図8 集光実測結果

溶損につながる集光範囲と温度を特定することにより、集光部エリアを3D データ化し、モジュール共用時のデザイン要件として提示できた(図9)。

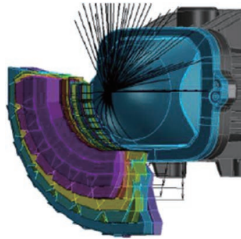


図9 データ化した集光影響要件

5 開発成果・評価

5-1. 小型化・軽量化

同等の明るさでこれまでに当社で採用実績のある最小ヘッドライトモジュールと比較した結果を下表に示す(表3)。

デザインの小型化に直結する正面視サイズは、既存最小品に対し約70%の小型化を達成した。重量については、Lo・Hiビームの2機能を一体化することで約30%の軽量化を達成した。

表3 開発品比較結果

	開発品	既存最小品
正面視サイズ[mm ²] ^{※1}	1,257 (70%ダウン)	4,225
重量[g] ^{※2}	282 (30%ダウン)	400

※1:発光領域の投影面積

※2:ヘッドライトモジュール部分のみ。取付機構はモデル毎に最適設計するため除外。

5-2. 配光評価

従来当社で開発した大型モーターサイクルモデルのヘッドライト配光をもとに配光設計で押さえるべき項目を設定し、それらを満足する性能を達成した(図10、11)。

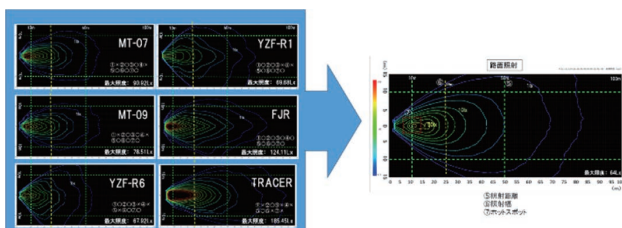
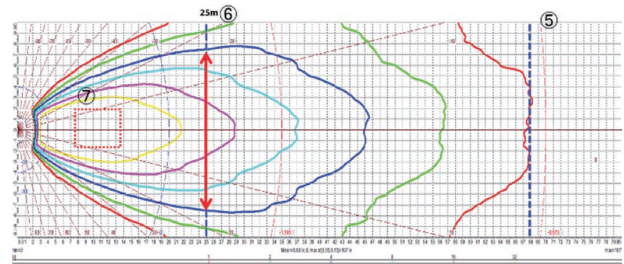


図10 配光目標の設定



⑤照射距離 : 1luxラインの到達距離 …基準以上
⑥照射幅 : 25m前方の1luxライン幅 …基準以上
⑦ホットスポット : 最大Luxの位置 …基準範囲内

図11 配光目標基準との比較(Lo ビーム例)

6 おわりに

今回開発したヘッドライトモジュールは、MTシリーズを初めてとする複数のモデルに採用され、新たなフェイスデザインを生み出すことに貢献している(図12)。

モーターサイクルにおける灯火器部品は安全機能部品であるだけではなく、車両デザインの魅力創出につながる部品である。そのため、多彩なデザインの提供に貢献できるよう今後もさらなる研究開発に努めていきたい。

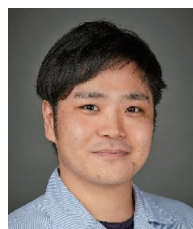


図12 MTシリーズフェイスへの採用

参考文献

[1] CQ 出版株式会社:高輝度/パワーLEDの活用テクニック(2008)

著者



山田 卓央
Takahiro Yamada
PF 車両ユニット
PF 車両開発統括部
機能モジュール開発部



干場 純
Jun Hoshiba
PF 車両ユニット
PF 車両開発統括部
機能モジュール開発部



井上 武宏
Takehiro Inoue
PF 車両ユニット
PF 車両開発統括部
機能モジュール開発部