

半導体レーザーを用いた街路灯モデルの試作

大田耕平, 和田雅行, 山形亮太, 佐々木秀和

A prototype of modeling a street light using Semiconductor Lasers

OTA Kohei, WADA Masayuki, YAMAGATA Ryota and SASAKI Hidekazu

次世代照明として注目されているレーザー照明を活用するため、レーザー光源による街路灯のミニモデルを試作した。その中で、シミュレーションによるレーザー照明設計の実現性について検証し、開発の効率化を図った。

キーワード：半導体レーザー, レーザ照明

1. 緒言

近年、高出力化や低コスト化が進んだ可視光半導体レーザーを用いた照明の導入が進められている。レーザーは従来光源であるLEDなどと比較して、熱効率、小型軽量性に優れる他、発光面積が小さく指向性が高いため、必要などころに光を効率よく照射することができる次世代光源として注目¹⁾されている。

本研究では、レーザー光源活用の一例として街路灯のミニモデルを試作した。街路灯としての使用を想定したレーザー照明のミニモデルのイメージで、実際の街路灯の構築が可能かを確認する。そして、設計に際しては配光や反射光に関して照明解析ソフトウェアLightToolsでシミュレーションを行い、その設計の実現性を検証することで開発の効率化を図った。

2. 試作モデルの概要

図1に街路灯モデルのイメージ図を示す。光源となる半導体レーザーは地上に配置し、街路灯先端のリフレクタに向けてレーザーを照射、リフレクタからの反射光を照明として利用する。このような配置とすることで、配線が表面にあらわれないことで電線などが不要になり、光源部分のメンテナンスも容易になる。また、リフレクタの向きや形状を変えることで、必要な範囲に必要な光量を充てるスマート照明としての利用が可能となる。

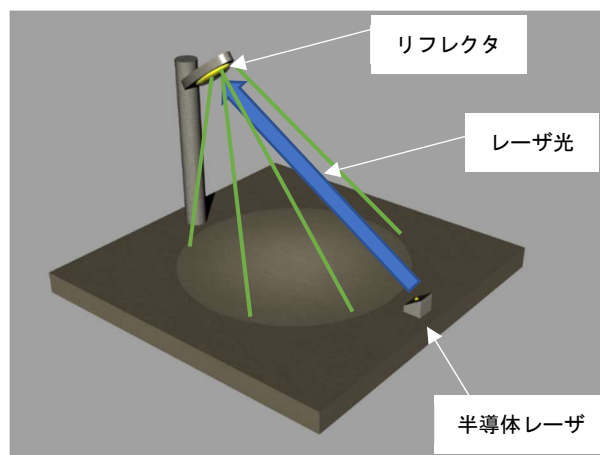


図1 街路灯レーザー照明のイメージ図

3. モデル設計

3.1 レーザ光源の選定

赤色、青色、緑色の三色のレーザー光を用いたレーザー照明のミニモデルを作成するため、三種の半導体レーザーを選定した。用いたレーザーの仕様を表1に示す。

表1 半導体レーザー仕様

	赤色	青色	緑色
波長 (nm)	648	450	532
出力 (mW)	100	30	30
スポット径 (mm)	30	0.3	2

また、照明設計に特化した解析ソフトウェアであるLightToolsによる評価が可能であるか確認するため、青色半導体レーザーの配光を測定し、同ソフトウェアによる解析結果と比較した。測定・解析結果を図2に示す。縦軸は照度 (cd)、横軸は配光角度 (°) である。当該レー

技術ノート

ザ光に異方性があるため、測定、解析は光の幅が最大となる方向 ($\theta \parallel$) と最小となる方向 ($\theta \perp$) に分けて行った。破線が実測値、実線が解析値を示す。図 2 から、実測と解析の結果がほぼ一致することを確認した。

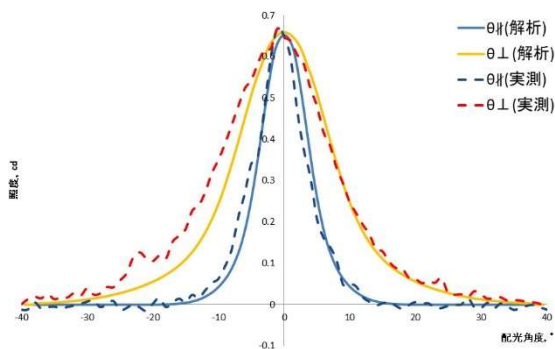
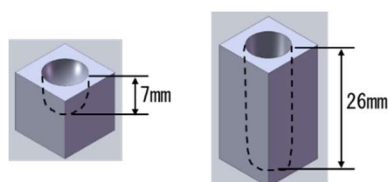


図 2 配光測定結果及び解析との比較)

3.2 リフレクタの設計

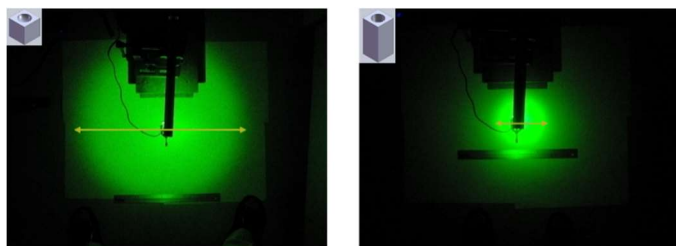
表 1 に示す 3 種のレーザー光を集光・反射して、照明とするためのリフレクタを設計・試作した。試作したリフレクタの形状を図 3 に示す。直径 10 mm の凹型で、穴の深さを 7 mm のものをリフレクタ a、26 mm のものをリフレクタ b とした。これらのリフレクタに波長 532 nm の緑色レーザーを照射した際の反射光を写真 1 に示す。写真 1 に示すとおり、リフレクタの深さを深くすると反射光を絞ることができ、浅くすると反射光は広がる。

また、半導体レーザーをリフレクタに当てた反射光について、その変化をシミュレーションで再現可能かを確認するため、図 4 にレーザーの反射光を LightTools でシミュレーションした結果を示す。リフレクタは図 3 の形状をモデル化して利用した。図 4 は左がリフレクタ a、右がリフレクタ b の反射光結果であるが、写真 1 に示した実際の反射光の形状変化と同様の結果が得られた。



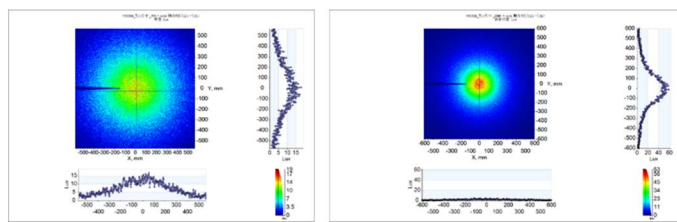
リフレクタ a リフレクタ b

図 3 リフレクタ形状



リフレクタ a の反射光 リフレクタ b の反射光

写真 1 レーザの反射光



リフレクタ a リフレクタ b

図 4 LightTools による反射光の再現

4. モデル試作

シミュレーション結果を踏まえ、赤色、青色、緑色の三色のレーザーを用いたレーザー照明のミニモデルを写真 2 に示す。深さ 7 mm のリフレクタの中央部分に三色のレーザー光が当たるように配置した。

その結果、反射光が青みがかった白色になっているのが確認できる。より白色に近づけるためには、各レーザーの仕様を統一することや、リフレクタからの反射を各色レーザーで揃えることなどが必要である。

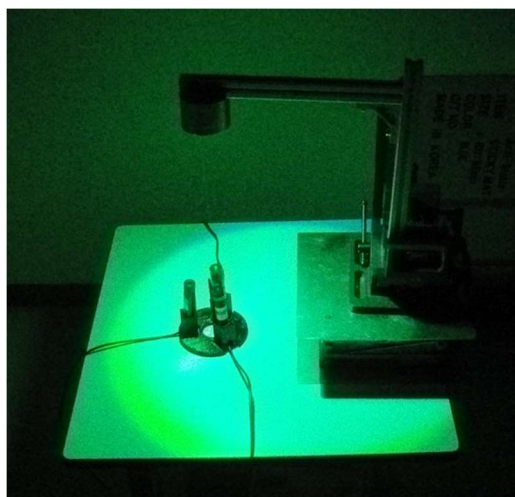


写真 2 レーザ照明のミニモデル

5. 結 言

レーザー光源を用いた照明構築の可能性を確かめるため、三色の半導体レーザーを用いてレーザー照明のミニモデルを試作した。その中で、照明設計解析ソフトウェア LightTools の活用を検証するため、半導体レーザーの配光測定結果との比較と、同ソフトウェアによる反射光の再現を行った結果、半導体レーザーを光源にしたシミュレーションが可能なることから、設計の実現性検証による開発効率化の可能性を示すことができた。

文 献

1) 山本和久：日本画像学会誌 第 50 巻 第 3 号 254-259(2011).