

単一光源位置の予測手順に関する基礎的検討 - 狭角型配光を有する点光源について -

日大生産工 ○内田 暁, 元日大生産工 大谷 義彦

1. はじめに

照明設計で用いる照度計算では, 対象となる室の寸法や反射率, また光源の種類(寸法および配光)や位置などを設定した後, 被照面の照度分布を得ることができる. 一方で, この過程とは逆に, 希望する照度分布から室や光源の設定に関する情報を得ることができれば照明設計手法が拡張されることとなり, 非常に有益であると考えられる.

そこで本研究では, 室内面の照度分布を手がかりとした, 光源の位置の予測手順の確立を目的としている.

著者らは, 単一光源位置の予測手順に関する基礎的な検討として, 均等拡散配光を有する点光源について, モンテカルロ法を用いた照度計算と, 画像処理手法の一つである 2 値化処理を組み合わせた方法を報告している¹⁾.

本報告では, 既に提案した予測手順ならびに方法を, 非均等拡散配光の一つである狭角型配光とした場合に適用し, 真値となる光源の位置と予測精度との関係について検討を行った結果を述べる.

2. 光源位置の予測手順

光源の位置の予測手順は以下の通りである¹⁾.

- ① 室内のすべての面について, 任意の位置に設置した光源(以後, 真値と称する)による照度分布を用意する.
- ② ①で用意された照度分布を, 粒子数の分布に置き換え, 各面素に格納する.
- ③ 粒子が格納されている面素を光源とみなし, 室内面に粒子を放射させる.
- ④ すべての粒子の放射が終了した後, 光源が存在する面と光源の位置を特定する.

手順① ~ ③については, モンテカルロ法を用いた照度計算を利用する^{2),3)}. モンテカルロ法を用いた照度計算は, 光源から放射される光束を多数の粒子の集合として取り扱い, 各粒子の飛行軌跡を模擬する方法である. その際, 光源の配光および室内面の反射配光における粒子の方向や, 室内面における粒子の反射および吸収の判別は乱数により決定される.

手順④については, まず光源が存在する面に

ついて, 先の②の手順であらかじめ用意された照度分布における各面素への入射粒子数と, ③の手順で照度分布を光源とみなして放射した場合の入射粒子数を利用して決定する¹⁾. 次に光源が存在する領域を, 画像処理手法の一つである 2 値化処理を適用して抽出する⁴⁾. その後, 光源が存在する領域について重心座標を計算し, 得られた値を光源の位置と考える⁵⁾.

なお, 光源の位置を予測する際, 手順①で設定した真値の光源を, 以下の条件の下で取り扱うこととする.

- ① 光源の形状は点であり個数は 1 とする.
- ② 光源の発光部は天井面に設置されている.
- ③ 光源の水平方向の配光は軸対称である.

3. 結果と検討

図 1 に検討に用いた模型室の概要を示す. 計算において床面左手前隅を原点 O とし, XY 平面が床面と平行となるような XYZ 直角座標系を設定した.

模型室の寸法は, 幅, 奥行き, 高さ共に 60 一定である²⁾. 真値となる光源は天井面に設置し, その中心座標(X, Y)は(10, 10), (20, 20), (30, 30)となるようにした. また, 光源の配光は図 2 に示すような軸対称とし, 鉛直角 θ が式(1)に示す余弦関数に基づくものとした⁶⁾.

$$I_{\theta} = I_0 \cos^n \theta \quad (1)$$

I_0 : 光源の鉛直直下の光度

n : 次数 ($n = 1, 2, \dots, k$)

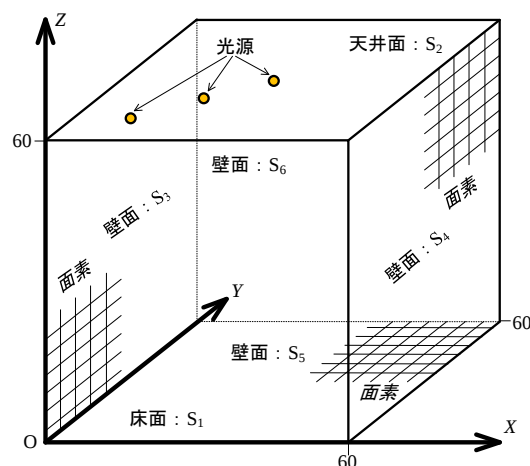


図 1 模型室の概要

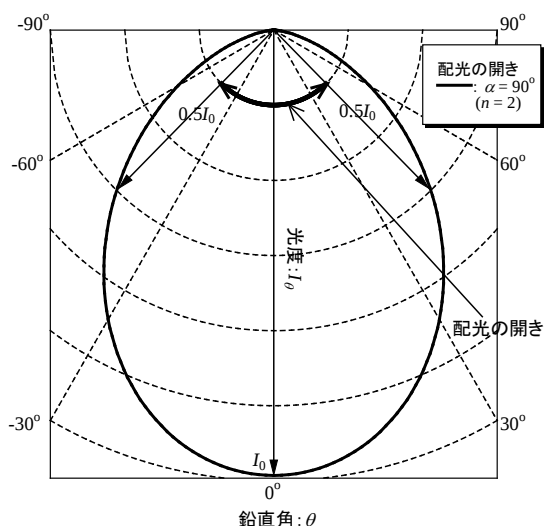


図2 鉛直方向の配光の一例(配光の開き: 90°)

式(1)の $\cos\theta$ の次数 n により配光が変化するが、図2に示すように I_0 が $1/2$ となる左右に方向の光度によって挟まれた角度を配光の開き α と呼び、検討を行うにあたり $30^\circ \sim 120^\circ$ の範囲で変化させた⁷⁾。すなわち、式(1)の次数は $n=1 \sim 20$ の範囲となる。

室内面の反射率は、すべての面が 50% とし、反射特性は均等拡散性とした。計算に際し、室内面は 60×60 となるように面素分割を行った。また、先述の手順①で照度分布を用意する際、真値となる光源から放射される粒子数は 5000 万個とした²⁾。

結果の一例として、図3に真値となる光源の位置を $(X, Y) = (10, 10)$ 、配光の開きを 75° (式(1)の次数が $n=3$) とした場合の、光源が設置されていると特定された天井面における粒子数分布に2値化処理を施した結果、また真値の位置(図中の×印)と予測した光源の位置(図中の○印)をそれぞれ示す。なお、2値化処理は判別分析法を用いた⁴⁾。

図3より、2値化処理を行うことで真値が存在する領域(白色の領域)を抽出できることがわかる。一方、白色の領域における重心座標から予測した光源の位置は $(X, Y) = (13.0, 12.9)$ となった。

図4に、真値となる光源の位置をパラメータとした、配光の開きに対する真値と予測した位置との距離特性を示す。

図4より、真値となる光源が天井面中心から離れると共に、配光の開きが減少することで、真値と予測した位置との距離が増加する傾向にある。

4. おわりに

本報告では、狭角型配光を有する点光源を設

置した場合の、光源の位置の予測手順について検討を行った。

その結果、真値となる光源が天井面中心から離れると共に、配光の開きが減少することで、真値と予測した位置との距離が増加する傾向となることがわかった。

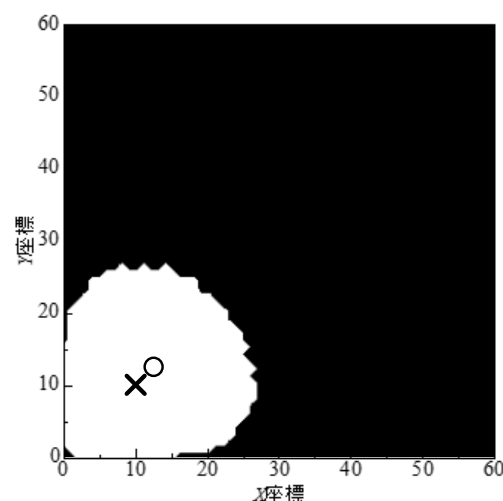


図3 粒子数分布に2値化処理を施した結果(真値の位置 $(X, Y) = (10, 10)$ 、配光の開き: 75°)

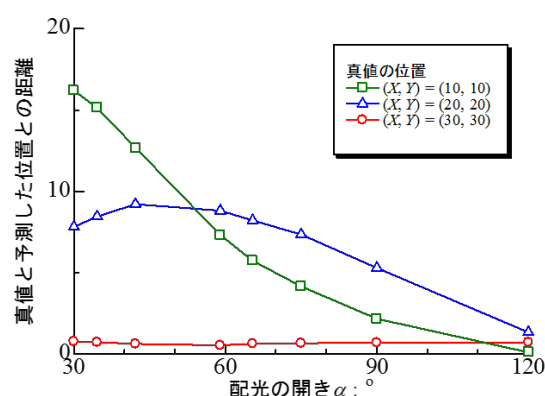


図4 配光の開きに対する真値と予測した位置との距離特性

参考文献

- (1) 内田, 大谷: 単一光源を用いた光源位置の予測手順に関する基礎的検討—遮光球の設置による予測精度について—, 平成22年度(第43回)照明学会全国大会講演論文集, pp. 73 ~ 74 (2010).
- (2) 大谷ほか: 直方体模型室における影の特性について, 電気設備学会誌, 17-8, pp. 799 ~ 808 (1997).
- (3) 内田ほか: LED光源を考慮した室内照度計算方法の検討, 照明学会誌, 95-8A, pp. 433 ~ 436 (2011).
- (4) 大津: 判別および最小二乗規準に基づく自動閾値選定法, 電子情報通信学会論文誌, J63D-42, pp. 349 ~ 356 (1980).
- (5) 武田: 基礎からの画像処理, 工学社, p. 71 (1996).
- (6) 池本, 磯村: 室内の作業面照度に及ぼす什器の影響について—狭照形配光光源の場合—, 電気設備学会誌, 17-8, pp. 779 ~ 788 (1997).
- (7) 照明学会編: 照明用語事典, オーム社, pp. 129 ~ 128 (1990).