

単一光源位置の予測手順に関する基礎的検討 －光源の大きさを変化させた場合－

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. しかしながら, この過程とは逆に, あらかじめ用意された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位置の予測に着目し, 簡易かつ精度の高い予測手順の確立を目的としている.

著者らは, 単一の点光源の位置を予測するための手順として, モンテカルロ法を用いた照度計算¹⁾²⁾と, 画像処理手法の一つである2値化処理³⁾を組み合わせた方法を提案している⁴⁾⁵⁾. しかしながら, 検討の対象としてきた光源の形状は点であり, 実際の光源は大きさを有する面も存在する.

そこで本報告では, 既に提案した光源の位置の予測手順を, 光源の大きさを変化させた場合に適用した結果について述べる.

2. 光源位置の予測手順

モンテカルロ法を用いた照度計算¹⁾²⁾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ものである. その際, 光源および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.

モンテカルロ法を用いた照度計算を利用して光源位置の予測を行う場合, あらかじめ用意された照度分布を粒子数の分布に置き換える. 次に, 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. なお, 室内面に反射率が与えられている場合は, 反射および吸収の判別を行う.

すべての粒子の放射が終了した後, 光源が存在する面を特定する. 次に, 光源が存在する領域を抽出するために, 入射した粒子の分布に画像処理手法の一つである2値化処理を適用する. なお, 2値化処理の閾値は, 判別分析法を用いて決定した³⁾.

2 値化処理によって抽出された, 光源が存在すると仮定した領域について重心座標を計算し⁶⁾, 得られた値を光源の中心の位置と考える.

なお, 光源の位置を予測する際, 真値と設定した光源(以後, 真値と称する)を, 以下の条件の下で取り扱うこととする.

- ① 光源の個数は1とする.
- ② 光源の発光部は天井面に設置されている.
- ③ 光源の配光は均等拡散性である.

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平面が床面ならびに天井面と平行となるようなXYZ直角座標系を設定した. また, 室内面は床面 S_1 , 天井面 S_2 , 壁面 $S_3 \sim S_6$ の計6面で構成されている.

模型室の寸法は, 幅, 奥行き, 高さ共に60一定とした²⁾. 真値となる光源は一辺の長さが1~20の正方形とし, 天井面の中心 $(X,Y)=(30,30)$ に設置した. なお, 光源の配光特性は均等拡散性である. また, 室内面の反射率はすべての面が0%, 30%, 50%, 70%とし, 反射特性は均等拡散性である.

なお, あらかじめ用意する照度分布は, モンテカルロ法を用いた照度計算より得ることとし, 計算に際して室内面は 60×60 の面素分割を行った. また, 照度分布を作成する際, 光源から放射される粒子数は5000万個とした²⁾.

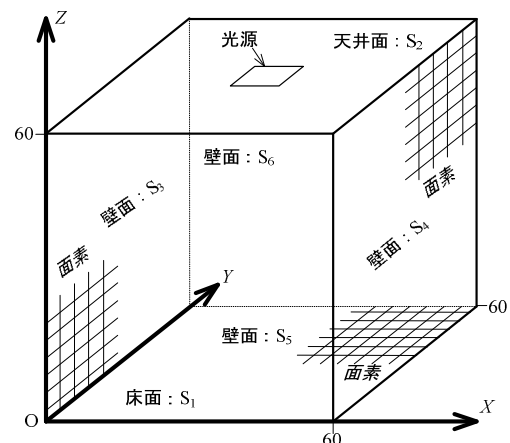


図1 模型室の概要

Fundamental examination on prediction procedure about the position of single light source
－ In the case of varying the area of the light source －
Akira UCHIDA and Yoshihiko OHTANI

結果の一例として、図2に室内面の反射率が50%の場合の、光源の一边の長さをパラメータとした、面番号に対する、照度分布を光源とみなして放射した際の入射粒子数特性を示す。

図2より、光源の一边の長さに関わらず、粒子数は光源が設置されている天井面 S_2 が最大となった。なお、検討を行ったすべての室内面の反射率の場合について、同様の特性が得られることを確認している。

よって、天井面に光源が設置されている場合は、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することで、光源が設置されている面を見出せると考えられる。

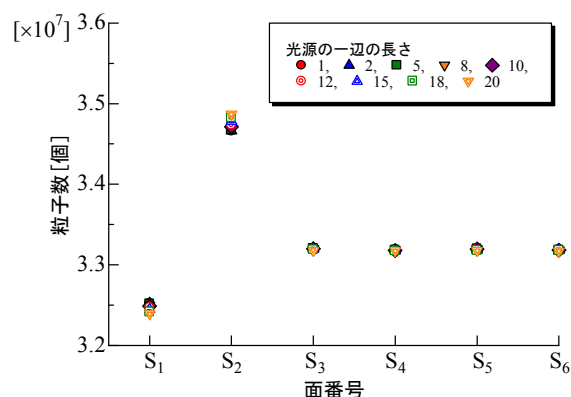


図2 室内面に入射した粒子数
(室内面の反射率：50%)

図3に、光源の一边の長さが10、室内面の反射率が50%の場合の、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)と予測した光源の中心の位置(図中の○印)をそれぞれ示す。

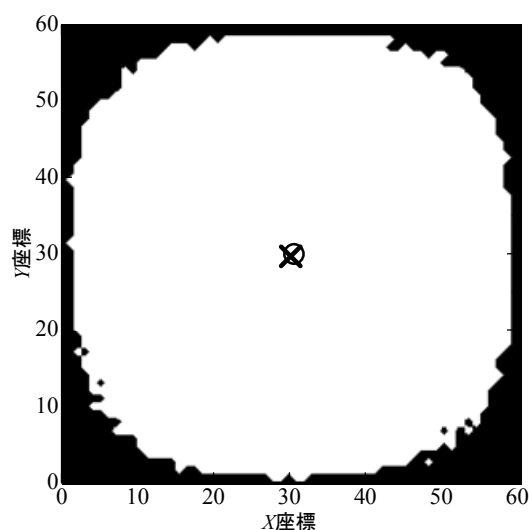


図3 相対粒子数分布の2値化処理結果
(光源の一边の長さ：10、室内面の反射率：50%)

図3より、2値化処理を施すことで、真値が

存在する領域(白色の領域)を明確に抽出できることがわかる。また、白色の領域における重心座標から予測した光源の中心の位置は $(X,Y) = (30.4, 30.5)$ となり、真値によく一致する。なお、検討を行ったすべての室内面の反射率の場合について2値化処理を行ったところ、図3と同様の特性が得られることを確認している。

図4に、室内面の反射率をパラメータとした、光源の一边の長さに対する、真値と予測した光源の位置との距離特性を示す。

図4より、検討したすべての室内面の反射率の場合について、真値と予測した光源の位置との距離は0.9未満となる。

以上の手順より、大きさを有する光源の中心の位置を、精度良く予測できると考えられる。

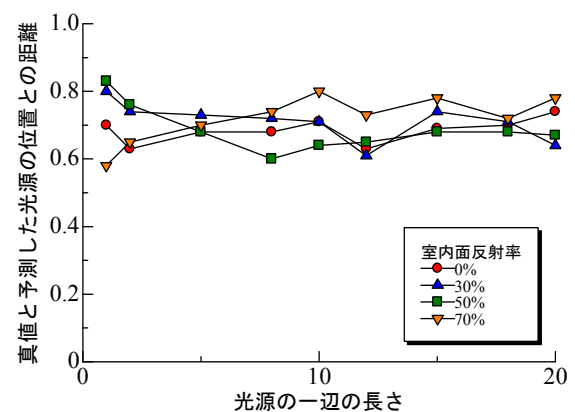


図4 真値と予測した光源の位置との距離

4. おわりに

本報告では、単一光源位置の予測手順に関して、光源の大きさを変化させた場合について検討を行った。

その結果、光源が存在する面については、入射した粒子数の特性から、また光源の中心の位置については、判別分析法による2値化処理ならびに重心座標から、それぞれ精度良く予測できることを確認した。

参考文献

- (1) Tragenza, P. R. : The Monte Carlo Method in Lighting Calculations, Light. Res. Technol., 15-4, pp.163 ~ 170 (1983).
- (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) 大津：判別および最小二乗基準に基づく自動閾値選定法，信学論，Vol. J63-D, No.42, pp.349 ~ 356 (1980).
- (4) 内田，大谷：単一光源位置の予測手順に関する基礎的検討—2値化処理で用いる閾値について—，平成20年度(第41回)日本大学生産工学部学術講演会講演論文集，pp.27 ~ 30 (2008).
- (5) 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.75 ~ 76 (2010).
- (6) 武田：基礎からの画像処理，工学社，p.71 (1996).