Black Wall をもつ室内空間の照度分布と光束保存性の モンテカルロシミュレーション

正 員 長 田 正 義 (徳島大)

Monte Carlo Simulation of Illuminance Distribution and Conservation of Luminous Flux in Cubic Room with Black Walls

Masayoshi Nagata, Member (Technical College of the University of Tokushima)

キーワード：モンテカルロシミュレーション，ブラックウォール，照度分布，光束保存性，立方体空間

一部壁面が吸収率 $\alpha=1$ の Black Wall (BW) で構成される，図 1 に示すような球に内接する立方体室内空間の BW の数と配置が，照度分布と光束保存性に与える影響をモンテカルロシミュレーション (MCS) により検討した結果について報告する。

本報告では，仮に BW 以外の壁面の反射率 ρ を 0.3 と 0.6 に選び，BW の数が 1～6 の場合，BW とそれ以外の壁面への総入射光子束数，すなわち平均照度の比較，光束保存性および拡散あるいは鏡面反射の相違による影響を述べる。光源からの全放射光子束数が 10^6 で面 1 と面 6 の 2 面のみが BW の場合，各壁面への総入射光子束数を図 2 に示す。横軸で○印の数字が BW 面を表す。BW 以外の壁面の反射率が 0.3 か

ら 0.6 へ増大すると総入射光子束数は全壁面で増加する。一方，反射率と無関係に BW である面 1 と面 6 への総入射光子束数は等しく，かつ他の 4 面のものと比べて多くなっている。このことは次のように考えることができる。BW 以外の壁面の反射率 $\rho=0.6$ のとき，床面 6 と側面 2 に入射する総光子束数の比は，およそ，

$$\left. \begin{array}{l} \text{床面 6} \quad 0.6 \times 4 + 0 \times 1 + 1 = 3.4 \\ \text{側面 2} \quad 0.6 \times 3 + 0 \times 2 + 1 = 2.8 \end{array} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

となり，BW の床面 6 あるいは天井面 1 への総入射光子束数が，それ以外の壁面のものよりも多いことを示している。図 3 は壁面 1，2，3 が BW である場合の各壁面の総入射光子束数を表す。図 2 と同様に BW への総入射光子束数がそれ以外のものよりも多くなっていることがわかる。この立方体室内空間にお

図 1 立方体室内空間と壁面番号
Fig.1. Cubic interior and numbering of wall surfaces.

図 2 Black Wall の位置と総入射光子束数の関係 (I)

Fig.2. Relation between total number of incident photon bundle and Black Wall's position (I).

図3 Black Wallの位置と総入射光子束数の関係(II)

Fig. 3. Relation between total number of incident photon bundle and Black Wall's position (II).

図4 Black Wallの数による F/F_0 の変化
Fig. 4. Variation of F/F_0 with number of Black Walls.

ける各壁面の直射照度分布は、均等点光源を座標原点に設置しているので等しいが⁽¹⁾、拡散照度を含む照度分布は(1)式で述べたように面の性質により各壁面ごとに異なる。しかし、総入射光子束数に関してはこの室内面全体で考えると、エネルギー不滅則から反射率 ρ があまり大きくなく、室内各面の照度差が小さい場合には次式の関係が近似的に成立する⁽²⁾⁽³⁾。

$$F_0 = (6 - N)/6 \times (1 - \rho)F + (N/6)F \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$F/F_0 = \{1 - (1 - N/6)\rho\}^{-1} \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここで、 F_0 ：光源からの全放射光子束数、

F ：室内面への総入射光子束数、 ρ ：室内面の反射率、 N ：BW面の数

図1で示したように、この立方体室内空間が外接し、その6壁面で等しく6分割された球内面への総入射光子束数については(3)式が成立する。そこで、この立方体室内空間の6壁面へ入射する総光子束数に関して、(3)式がどの程度の精度で成立するかを次に検討した。反射率 $\rho = 0.3$ と $\rho = 0.6$ の場合、 F/F_0 の値を(3)式と MCSにより求め、BWの数に対する関係で示したものが図4である。反射率 $\rho = 0.6$ 以下の範囲においてよく一致し、かつ両者の相対誤差は0.1%以内であることがわかった。また、壁面が鏡面反射特性を有する場合、各壁面への総入射光子束数はBWの数が1～6の範囲で完全拡散反射特性を有する場合の値とほぼ一致し、拡散あるいは鏡面反射特性による総入射光子束数の相違はほとんど現れなかった。

(平成元年9月25日受付)

文 献

- (1) M. Nagata: "Monte Carlo simulation of illuminance distribution in a cubic interior with interreflection", *J. Light & Env.*, 11, 41 (1987)
- (2) 長田・船本: 「モンテカルロシミュレーションによる室内照度分布に及ぼす Black Wall の影響評価」, 平元電気学会大会, No. 58, 1-65
- (3) 長田・船本: 「モンテカルロシミュレーションによる Black Wall と White Wall が室内照度分布に及ぼす影響評価」, 平元照明学会大会, No. 53, 55

長 田 正 義 (正員)

昭和11年9月5日生。41年3月徳島大学大学院工学研究科修了。41年3月同大学工学部助手、43年11月同大学工業短期大学部講師、46年11月同助教授、54年4月同教授、現在に至る。工学博士。主として、高温ガス中の放電現象、アーク遮断現象、モンテカルロシミュレーションによる照明設計に関する研究に従事。照明学会、放電研究グループ、IEEE、火災学会会員。