モンテカルロ法による相互反射光の
色彩変化に与える影響の検討

正員 鈴木 雅史 (秋田大) 非会員 木村 修 (日立照明)

正員 吉村 昇 (秋田大) 非会員 栗田 昌延 (日立照明)

Study of The Effect of Inter-reflection for color Change Using Monte Carlo Method

Masafumi Suzuki, Member, Noboru Yoshimura, Member (Akita University) Osamu Kimura,
Non-member, Masanobu Awata, Non-member (Hitachi Lighting LTD.)

キーワード：モンテカルロシミュレーション，相互反射，光束発散度

近年の照明においては、単に光量のみが要求されるのではなく、ライティングの工夫により様々な照明環境を実現することが要求されている。照明環境を視覚化することは、効率良く最適な照明環境を決定するうえで極めて重要であり、その手法としてレイトレーシング法などを用いた、コンピュータグラフィックが盛んに用いられるようになった。しかし、従来のレイトレーシング法では相互反射光の色彩の変化に与える影響が正確に考慮されていない。これは視点から光線を追跡する方法では、拡散反射光が正確に考慮できないためである。本報告では、モンテカルロ法を用いて光源から光線を追跡することにより、相互反射光が色彩変化に与える影響を正確に求めた。

対象とした空間は一辺が単位長さの無限長室内空間であり、天井面中央に無限長帯状光源が設置されているものとした。なお、天井面と床面は白色面を仮定している。この空間において、両壁面を白色面とした場合と赤色面とした場合において、床面および天井面の光束発散度の分光特性がどのような変化を示すかを計算し、相互反射光の色彩に与える影響を検討した。光源は完全拡散光源で、放射光の分光特性は図1に示すようなものを仮定した。光源の光束は1/mを仮定しており、放射角度および放射光の波長は乱数により決定される⁽¹⁾。白色面および赤色面の分光反射特性は図2に示すようなものを仮定しており、反射するか吸収されるかは乱数により決定される。なお、いずれの面においても完全拡散反射を仮定しており、反射角も乱数により決定される。また、各面はそれぞれ40個のセルに分割されており、各セルから反射された光束数を波長ごとにカウントすることにより、光束発散度の

図1 光源の放射光の分光特性

Fig.1. Spectral characteristics of the model source of light.

図2 白色面および赤色面の分光反射率

Fig.2. Spectral reflection rate of the white wall and the red wall.

分光特性が得られる。

図3は光源直下の床面中央における光束発散度の分光特性である。ここで最も注目すべき点は両壁面が赤色面の場合、短波長側の光束発散度が両壁面白色の場合に比べ著しく低下しているにもかかわらず、長波長側の光束発散度はむしろ増加していることである。

図3 光源直下の床面の分光光束発散度
Fig. 3. Spectral luminous exitance of the floor.

(○, ●: 400~500 nm, △, ▲: 500~600 nm, □, ■: 600~700 nm, ◇, ◆: 700~800 nm, 白抜きが壁面白, 黒塗りが壁面赤)

図4 各波長域における光束の割合
Fig. 4. Luminous rate of each wave length.

これは、両壁面からの反射光が長波長成分をもったものが多いため、壁面の色が床面にも大きく影響していることを示す。

図4は解析を行った波長帯を100 nmごとに四つのブロックに分け、各々の波長成分が全体に占める割合を各セルごとにプロットしたものである。セル番号1が左壁面に一番近く、セル番号40が右壁面に一番近い場所を表す。両壁面赤の場合は白の場合に比べて、400~500 nmおよび500~600 nmの割合が減少しており、逆に600~700 nm, 700~800 nmの割合が増加している。また、両壁面白の場合はいずれの波長帯においても場所(セル)による波長成分の割合に変化は見られないが、両壁面を赤色面とした場合は400~500 nm, および500~600 nmの短波長成分は壁面に近い場所ほど少なく、600~700 nm, 700~800 nmの長波長成分は壁面に近いほど多くなっていることがわかる。これらの結果から、照明空間のより実際に近い視覚化を行う際には、相互反射光の考慮が必要であ

ることがわかる。

なお、この計算(天井面, 両壁面, 床面の分光光束発散度の計算)に要した時間は、ワークステーション(YHP 9000 model 345)で数十分程度である。

(平成3年6月24日受付)

文 献

- (1) 例えば、鈴木・柳谷・吉村・木村・栗田「モンテカルロ法による光束発散度の分光分布シミュレーション」, 平3電気学会全大, No. 57

鈴木 雅 史 (正員)

昭和37年6月5日生。平成2年3月北海道大学大学院博士課程単位修得退学。同年4月秋田大学電気工学科助手, 現在に至る。工学博士。

日本シミュレーション学会, 静電気学会会員

吉 村 昇 (正員)

昭和18年11月15日生。44年3月秋田大学大学院修士課程修了。同年4月秋田大学電気工学科助手, 講師, 助教授を経て, 58年4月教授, 現在に至る。工学博士。59年電気学会論文賞受賞。

照明学会会員, 素材物性学会会長。

木 村 修 (正員)

昭和30年5月22日生。53年3月明治大学電気工学科卒業。同年4月日立照明(株)入社, ライティングコンサルタント, 業務用器具設計を歴任し, 63年より照明ソフトセンター技師。照明学会, 人間工学会会員。

栗 田 昌 延 (正員)

昭和13年2月21日生。36年大阪工業大学卒業。同年4月日立ランプ(株)入社, その後(株)日立製作所亀戸工場・灯具工場を経て, 51年日立照明(株)に移り, 現在に至る。57年設計部副部長, 62年設計部部長, 63年照明ソフト研究センター長兼務, 58年より秋田大学非常勤講師。照明学会, 日本照明委員会理事。