

論文賞

蛍光物体の測色と画像生成の研究

Study on colorimetry and image synthesis of fluorescent objects

富永 昌治
Shoji Tominaga

長野大学 / ノルウェー科学技術大学
Nagano University / Norwegian University of Science and Technology



最近, Color Research and Application 誌に掲載された「Appearance synthesis of fluorescent objects with mutual illumination effects」という G.C. Guarnera 氏との共著論文が日本色彩学会論文賞を受賞した。これは相互照明効果を含む蛍光物体の見えを合成するという映像生成の研究であるが, 筆者は長年にわたって蛍光に関する研究に従事してきた。この機会に視点を広めて「蛍光物体の測色と映像生成」の研究を眺めたい。

蛍光物体は, 反射による通常の物体色に加えて, 光を吸収して蛍光発光するため, 明るくより鮮明に見える。このため視認性や注目度が向上するので, 今日我々の日用品として数多く存在する。例えば, プラスチック, 紙, 衣類, ネイル, ペン等に実用される。しかし蛍光物体を簡便に計測する方法は存在せず, その再現は困難である。

蛍光特性は二分光放射輝度率で記述される。これは入射光の励起波長と発光 / 反射波長の 2 種類の波長を変数とする関数である。これを計測するには 2 台のモノクロメータを用い, 1 台は光源側で単色光を蛍光物体に照射し, 他の 1 台は検出側で発光あるいは反射光を検出する。計測結果はドナルドソン行列で表示される。図 1 はドナルドソン行列の例で, 対角項は分光反射率, 対角からずれた位置にある隆起は蛍光発光を表す。

筆者らは蛍光物体を分光カメラで撮影して, ドナル

ドソン行列を推定する方法を開発した。2つの光源を蛍光物体に投影し, 分光カメラで撮影する。この研究で, ドナルドソン行列は分光反射率, 発光分光, 励起分光の 3 成分で記述でき, これらをカメラ出力から推定する方法を開発した。従来計測では分光器を用いるが, 本法では分光カメラを使用しており, 空間分解能は飛躍的に向上し, 各画素点で行列の獲得および測色を可能にした。

次に, 複数の蛍光物体が接近すれば, 相互照明効果は無視できない。この現象は 5 つの成分からなることを示した。図 2 では, (A) 観測画像で赤と黄の円筒の接合部に相互照明効果が現れる, (B) 拡散反射, (C) 拡散相互反射, (D) 直接光蛍光発光, (E) 間接光蛍光発光, (F) 蛍光照明の相互反射, の各成分である。

さらに, 相互照明効果を考慮し, 蛍光物体の見えを映像生成する技法を開発した。物体形状とドナルドソン行列が与えられると, 任意の照明光源下で 3 次元映像をレンダリングできる。3 次元映像生成は CG 分野を含めて新規研究である。蛍光物体の見えの生成はまず反射成分のみのレンダリングで, 後で蛍光成分を追加できることがわかり, 生成過程が大幅に簡略でき実用的になった。

詳細については, 上記の論文とその参考文献を参照して頂きたい。

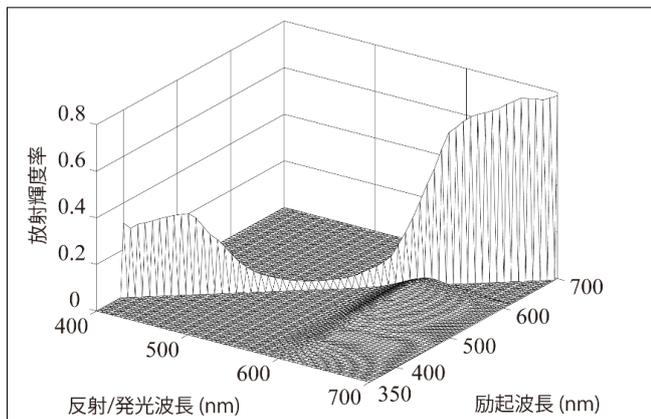


図1 ドナルドソン行列の例

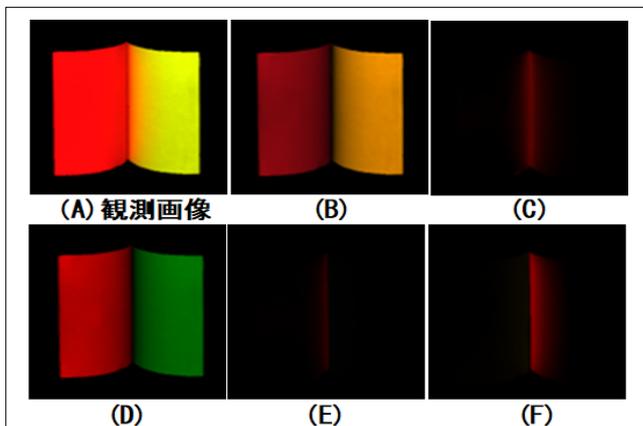


図2 相互照明効果の分析例