4．凸平面空間の有限要素法的手法による照明モデル解析

武　藤　義　彦

従来の照明計算法の欠点として、汎用性の低さが挙げられる。特に、凸平面空間に関しては多くの制約が存在している。そこで、本研究では、光束伝達に基づく相互反射方程式と有限要素法的手法を用いることによりこれらの問題点に対する改善を試みた。また、これらの解析で必要とされる固有入射光束係数，立体角投射率の計算所要時間短縮に関する検討を行なった。

固有入射光束係数，立体角投射率

$$F_{12}=\frac{1}{A_1}\int_{dA1}\int_{dA2}\frac{\cos\psi_1\cos\psi_2}{\pi R^2}dA_1dA_2 \qquad (1)$$

$$C_{ip}=\int_{S_e}\frac{\cos\alpha\cdot\cos\beta}{\pi r^2}dS_e \qquad (2)$$

はいずれも面積分により算出されるファクターであり、膨大な計算時間を必要とする。そこで、それぞれのファクターに対して以下の近似を行ない、定義式(1)，(2)に対する誤差評価を行なう。更に、立体角投射率に関しては境界積分による評価を行なう。

$$F_{12}\fallingdotseq\left[\frac{\cos\psi_1\cos\psi_2}{\pi R^2}\right]_{avg.}A_2 \qquad (3)$$

$$C_{ip}\fallingdotseq\left[\frac{\cos\alpha\cos\beta}{\pi r^2}\right]_{agv.}S_e \qquad (4)$$

固有入射光束係数は、それぞれ平行，垂直に相対する２要素について比A_iA_j/R^4に対する誤差を検討し、それらの結果を図1-1及び図1-2に示す。垂直に相対する場合、比$A_iA_j/R^4<1.0\times10^{-2}$では39％の誤差が生じ、ほぼ一定であるため、近似式からの補正は可能である。一方、平行に相対する場合は比A_iA_j/R^4に対する誤差の依存度が高く、補正は困難である。しかし、一般的環境下では比A_iA_j/R^4は10^{-4}のオーダーであり、その場合の誤差は1.3％と非常に小さくなる。そこで、以下で述べる照度分布解析では垂直に相対する２要素間に対してのみ補正を行なっている。次に、立体角投射率に関する誤差評価の１例を図２に示す。定義式に比べ、境界積分法は2.25％の計算所要時間を要し、かつ非常に高精度の結果が得られることから有用である。但し、この方法は限定された条件下のみ適用可能である。

上記の近似式及び境界積分法を用いて照度分布解析を行なった。想定環境を表１に，シミュレーションによる分布を図3-1に，実測による分布を図3-2に，Y=100における分布の断面図を示す。両者を比較すると、総体的には一致しているが、光源から離れた領域では分布が異なっている。これは、実測に用いたディテクタの受光角特性に起因している。また、半影領域、特に球体２の直下での相違が見られる。これは、球体－被照面間での比A_iA_j/R^4が大きいため、固有入射光束係数算出時に誤差が生じたものと思われる。

以上より、本解析法を用いることにより、従来の照明計算法では取り扱いが困難であった球面物体を含む一般的環境下での解析が可能であり、また固有入射光束係数，立体角投射率の計算所要時間短縮の可能性が明らかになった。

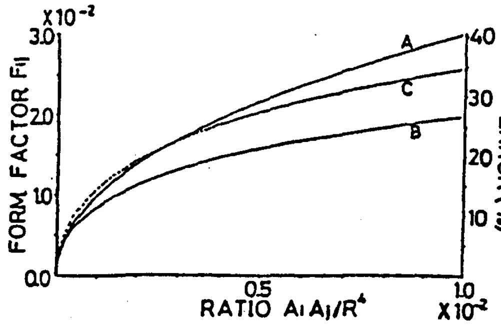

図 1 − 1

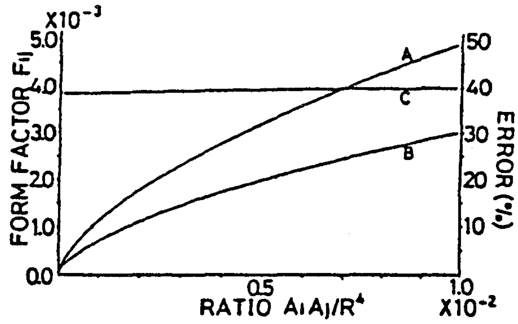

図 1 − 2

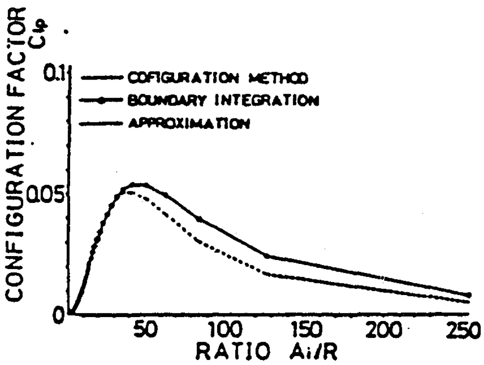

図 2

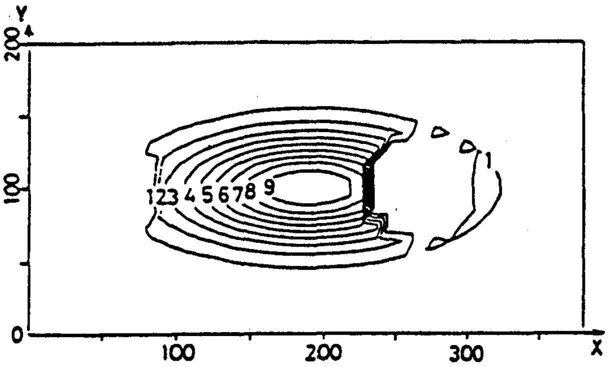

図 3 − 1

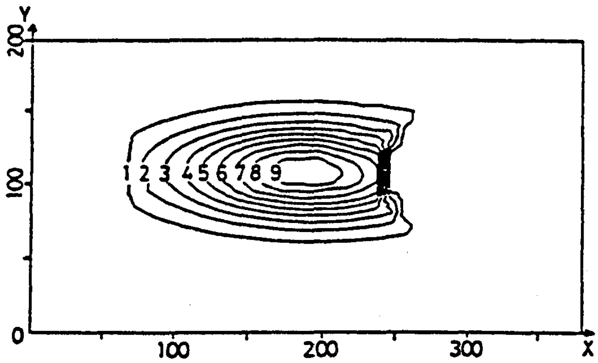

図 3 − 2

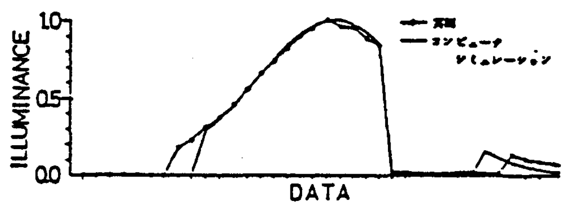

図 3 − 3

想定環境

室内空間モデル・サイズ：380×200×325

室内空間面の反射率：30%

光源：半導体レーザ　(SHARP LT022MC0)

　　　位置：(190, 100, 325)

物体：球体1　中心座標(50, 100, 54. 2)，半径50. 8，反射率0%

　　　球体2　中心座標(250, 100, 65. 0)，半径30. 0，反射率10%

表　1