

天空放射輝度分布への CIE 標準一般天空の流用と天空タイプの集約

THE EXAMINATION OF APPLYING THE CIE STANDARD GENERAL SKY TO SKY RADIANCE DISTRIBUTION AND SKY TYPE INTEGRATION

細淵 勇人*¹, 吉田 治典*², 上谷 芳昭*³

Hayato HOSOBUCHI, Harunori YOSHIDA and Yoshiaki UETANI

In this paper, for the purpose of examining validity of applying the sky luminance distribution of the CIE standard general sky to the sky radiance distribution in order to calculate vertical irradiance values accurately and integrating 15 sky types of CIE standard general sky into fewer sky types, we calculated and compared the vertical irradiance values, using a) the CIE standard general sky applied to the sky radiance distribution, b) the measured sky radiance distribution, c) the uniform sky.

The results show that, considering that the RMSE and relative error of the vertical irradiance values were rather small, the CIE standard general sky can be applied to the sky radiance distribution in order to calculate vertical irradiance values accurately, and its 15 sky types can be integrated into 5 sky types.

Keywords : Sky Radiance Distribution, CIE Standard General Sky, Sky Scanner, Vertical Irradiance
天空放射輝度分布, CIE標準一般天空, スカイスキャナ, 鉛直面日射量

1. 序

エネルギーの有効利用, 省エネルギーのためには, 消費エネルギーの予測を精密に行うことが必要である。熱負荷計算, 昼光計算等を行う際に現実の自然環境を表現する気象モデルを用いることができるならば, より精密な計算が可能となると考える。

このような気象モデルの研究において, 昼光・日射の分野で一樣天空として仮定されてきた天空輝度分布・天空放射輝度分布をモデル化する試みがあり, 既にいくつかのモデルが提案されている。以下に天空輝度分布・天空放射輝度分布の代表的なモデルを示す。

Perezらは太陽の天頂角, Sky clearness, Sky brightnessから求める5つのパラメータを用いて, 任意の天空要素の相対輝度を導く天空輝度分布モデルである All-weather model^{1), 2)}を提案した。

Kittler, Perez³⁾らはこの All-weather model をもとに, 輝度階調関数と散乱関数という二つの関数で, 天頂輝度に対する相対天空輝度分布をモデル化した。そして, これらの関数のパラメータの組合せにより, 晴天空から曇天空までの15の天空タイプを規定した。この天空タイプを規定するパラメータの値は, 天空輝度の実測データを輝度階調, 散乱の各関数についてそれぞれ6つに分類, 回帰して決定している。このKittlerらのモデルは国際照明委員会 (Commission Internationale De L'eclairage (CIE)) に CIE 標準一般天空^{4), 5)}として採用された。

CIE 標準一般天空を用いた研究としては, 現在までに, Tregenzaらの沿岸の都市(シンガポール, 福岡, 英国のガーストン, シェフィールド)における天空輝度分布測定値のCIE標準一般天空による分類の検証と, CIE標準一般天空15タイプのうちの最も適合する4タイプに分類する試み, 室内照度計算による検証⁶⁾。シドニーにおけるRoyらのデジタルカメラを用いた天空輝度分布測定値とCIE標準一般天空モデルの比較⁷⁾。そして, 梅宮による曇天空を対象とした, 散乱関数を用いたCIE標準一般天空に大気の状態の不均一性を組み込む試み⁸⁾などが行われている^{9), 10)}。

また, Kittler, Perezらの天空輝度分布モデルとは別に, 井川らはグローバル照度を基にした正規化グローバル照度を指標として天空輝度分布のモデルである All sky modelを提案した。また天空放射輝度分布のモデルとして全天日射量を基にした晴天指標, クラウドレイショを基にした澄清指数により天空状態を分類し数式化した All sky model-Rを提案している。さらにこれと同様な手法により All sky model-Lとして天空輝度分布のモデルを改めて提案している^{8), 9), 10)}。

本論文は, 天空輝度分布のモデルであるCIE標準一般天空の天空タイプを流用した天空放射輝度分布, および天空一様とした放射輝度分布それぞれより求める鉛直面日射量, 天空放射輝度分布測定値より求める鉛直面日射量に対する誤差を検討し, CIE標

*1 京都大学大学院工学研究科環境地球工学専攻
博士課程・工修

*2 京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻 教授・工博

*3 京都大学大学院工学研究科都市環境工学専攻 助教授・工博

Graduate Student, Dept. of Global Environmental Eng., Grad. of Eng., Kyoto University, M. Eng.

Prof., Dept. of Urban and Environmental Eng., Grad. of Eng., Kyoto University, Dr. Eng.

Assoc. Prof., Dept. of Urban and Environmental Eng., Grad. of Eng., Kyoto University, Dr. Eng.