

建築エネルギー・環境シミュレーションツール BEST の開発 第34報 照明点灯制御の効果推定法

正会員 芝原 崇慶^{*1} 同 村上 周三^{*2}
同 石野 久彌^{*3} 同 郡 公子^{*4}

BEST 照明制御 照明発熱 在室率

1.はじめに

各種照明制御を導入した場合の照明エネルギーの低減効果の算定方法としては CEC/L がある。CEC/L では、照明電力量を算定する際に、省エネルギー制御の種別毎に「補正係数 F」を使用している。しかしながら精緻な年間熱負荷計算に各種照明制御を導入した効果を反映するためには、昼光利用については HASP-L・BEST 等による昼光計算を実施し、その他の制御手法については、照明発熱スケジュールの入力にて調整するしかない。言い換えれば、昼光利用以外の各種照明制御を導入した場合の照明発熱量を熱負荷計算に反映する方法は確立されていないと言える。

2.既報における考え方と本報での改良点

既報では、各種照明制御を導入した場合の照明発熱を計算するにあたり、一般的な年間熱負荷計算の入力項目である在室率から照明点灯率(照明発熱率)を推定する考え方を採用している。各種照明制御を採用していない室においても、執務者がいるエリアのみの照明を点灯して

執務することが一般的であるが、不在エリアを特定することが困難であるといった考え方はたまたま、必要以上に照明を点灯してしまう傾向がある。また、在室検知制御を例に挙げれば、消灯(減光)できるのは、執務者がいない照明点灯エリアだけである。このような照明の使われ方を再現するために、執務者がいる照明点灯エリアと執務者がいない照明点灯エリアを分けて考えるモデルを採用している。このモデルにおけるポイントは、執務者がどのように着席するかの想定方法である。既報においては、執務者が完全にランダムに着席するといった想定をしていた。

しかしながら、事務室の使われ方(実際の着席状況)を考えると、執務者の着席には、ある偏りがあり、ランダムに着席するわけではない。既報における、ランダムに着席するといった想定では、照明点灯エリア率が過大に想定されてしまう。本報では、執務者の着席の偏りを再現するために、指数分布に従う乱数を用いて、着席方法をモデル化することとした。

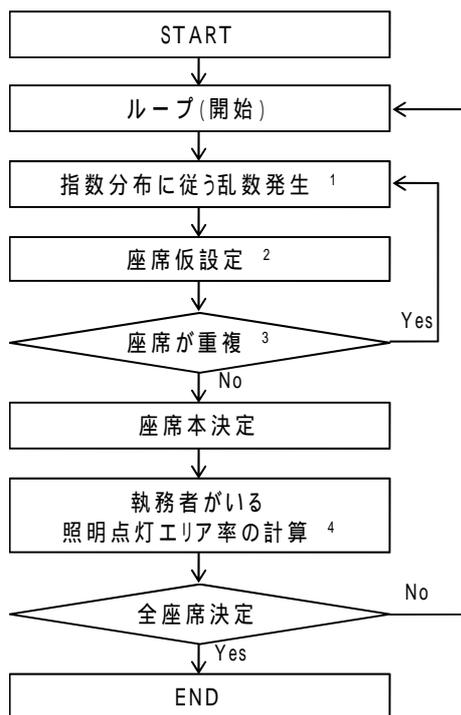


図1. 指数分布に従う着席モデルのフローチャート

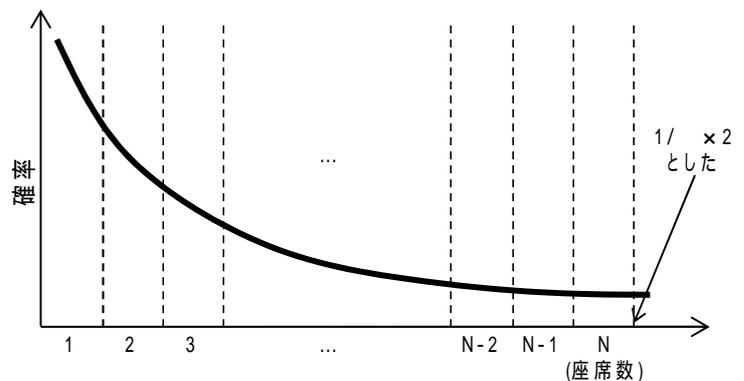


図2. 指数関数に従う乱数と着席位置の関係

- 指数分布に従う乱数 = $-(1/\lambda) \times \text{Log}(0 \sim 1 \text{の一樣乱数})$ とした。発生率 $\lambda = 2$ とした。乱数が $1/\lambda \times 2$ を超えた場合は、乱数を再度発生させた。
- $0 \sim 1/\lambda \times 2$ の間を N (座席数)等分とし、発生した乱数に該当する座席番号に着席する想定とした。
- 乱数を発生させて、順に着席させると、座席番号の重複が発生する。重複した場合には、再度、乱数を発生させて座席を決定した。
- 照明点滅区分あたりの席数を4とする(人員密度を $0.2 \text{人}/\text{m}^2$ とすると照明点滅区分は 20m^2 に相当する)と、座席番号1~4が点滅区分1、座席番号5~8が点滅区分2に属すると想定した。これにより、着席する確率が似通った座席が近くに配置されていると想定したことになる。

3.指数関数に従う乱数を用いた着席モデル

図 2 は、指数関数に従う乱数を用いて着席位置を決定する方法を示したものである。座席番号 1 番に着席する確率が最も高く、座席番号 N に着席する確率が最も低い。実際の事務室の使われ方に例えるなら、座席番号 1 番は着席率が高い内勤部門の方の席であり、座席 N は通常時は別の事務所にて執務しているが、この事務所にも席が確保されており、事務所を訪れた時のみ短時間座席を利用する方の席である、といった具合である。

図 1 は、在席率と執務者がいる照明点灯エリア率の関係を求めるためのフローチャートである。図 3 に示す座席率と照明点灯エリア率の関係を作成するにあたっては、座席数が 10,000 席の事務所を想定して計算した。

4.在室率と執務者がいる照明点灯エリア率の関係

図 3 に、在室率と照明点灯エリア率の関係を示す。破線は、先に示した方法により算定した執務者がいる照明点灯エリア率である。座席と照明点滅区分が一致していれば(タスク照明が理想的に運用される想定であれば)、(0,0)と(100,100)を結ぶ直線となるが、照明点滅区分に複数の座席が含まれているため、上側に膨らんだ形状となる。一点鎖線は執務者がいない照明点灯エリア率である。執務者がいる照明点灯エリア率の 20%と想定した。実線は照明点灯エリア率(執務者がいる照明点灯エリア率と執務者がいない照明点灯エリア率の合計)である。

本報で提案する、指数分布に従う着席モデルの方が、一樣乱数と想定する場合に比べて、照明点灯エリア率が低めに算定されている。例えば、照明点滅区分が 20 m² の場合、一樣乱数では、在室率 35%にて照明点灯エリア率が 100%となってしまうが、指数分布に従う乱数では、在室率 50%にて照明点灯エリア率が 100%となり、実際の現象に近いと思われる。

5.照明発熱の計算結果

図 4 に、想定した在室率スケジュール^{文献2)}に対して、本報で提案するモデル(指数分布に従う乱数を用いたモデル)により、照明発熱率を算定した結果を示す。なお、在室検知制御を導入した際の試算に当たっては、執務者がいない照明点灯エリアの照明を 25%に減光すると想定した。照明点滅単位が 20 m² の場合、日中の照明発熱率は 100%であるが、在室検知制御を導入することで 5%程度の低減が図れることが分かる。

6.まとめ

指数分布に従う乱数を用いた乱数により、在室率と照明点灯エリア率の関係を算定する方法について提案し、在室率と照明点灯エリア率の関係を示した。今後は、BEST への組み込み方法について検討する。

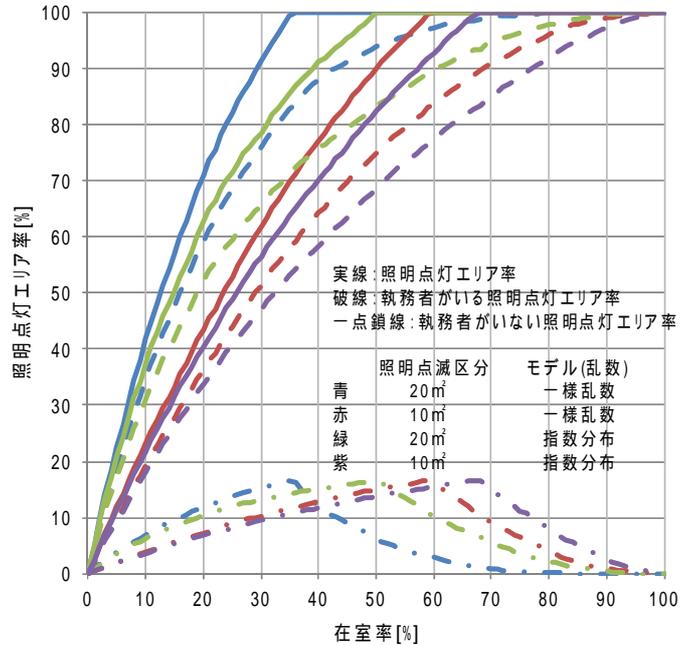


図 3.在室率と照明点灯エリア率

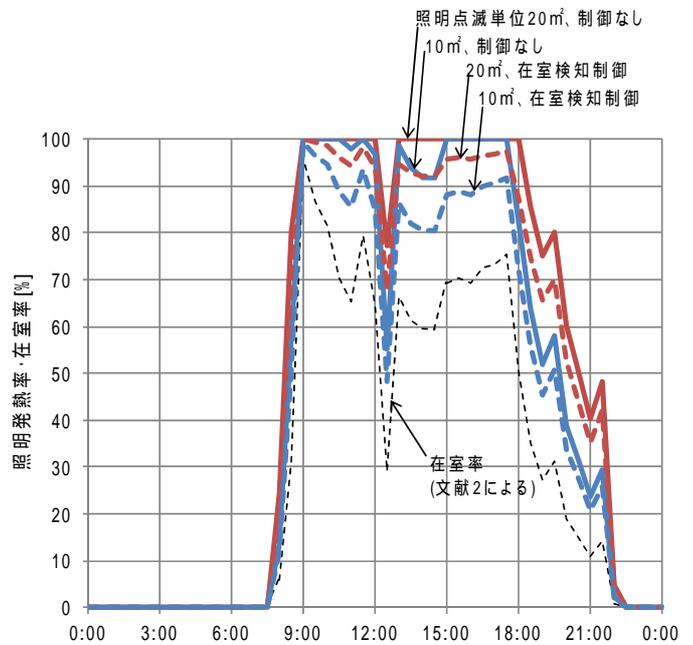


図 4.在室率スケジュールに対する照明発熱率の試算結果

【謝辞】

本報は、(財)建築環境・省エネルギー機構内に設置された産官学連携による環境負荷削減のための建築物の総合的なエネルギー消費量算出ツール開発に関する「BEST コンソーシアム」・「BEST 企画委員会(村上三委員長)」および専門版開発委員会(石野久彌委員長)、行政支援ツール開発委員会(坂本雄三委員長)、統合化 WG(石野久彌主査)の活動成果の一部であり、関係各位に謝意を表すものである。統合化 WG 名簿(順不同) 主査:石野久彌(首都大学東京名誉教授)、委員:一ノ瀬雅之(首都大学東京)、内海康雄(宮城工業高等専門学校)、大西晴史(関電工)、木下泰斗(日本板硝子)、木本慶介(大林組)、工月良太(東京ガス)、郡公子(宇都宮大学)、孤田英晴(鹿島建設)、佐藤誠(佐藤エネルギーリサーチ)、芝原崇慶(竹中工務店)、新武康(清水建設)、田中拓也(大成建設)、長井達夫(東京理科大学)、二宮秀典(鹿児島大学)、保木栄治(東京電力)、野原文男、二宮博史、丹羽勝巳、長谷川巖、久保真俊、田端康宏(以上、日建設計)、柳井崇、品川浩一(以上、日本設計)、事務局:生稲清久、石田真理(以上、建築環境・省エネルギー機構)

【参考文献】

1)芝原、村上、石野、郡、一ノ瀬:外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その 86)各種照明制御を導入した場合の熱負荷計算法、空調調和・衛生学会学術講演会後援論文集、pp.1707-1710、2011年9月
2)長井・苗村・石野・郡・永田・大原・水出・植田・小林・金:自然換気・シーリングファン併用ハイブリッド空調オフィスの性能評価 第 4 報 内部発熱と使われ方に関する調査、日本建築学会大会学術講演梗概集、D2、pp.1143-1146、2005年9月

*1 株式会社竹中工務店

*2 建築環境・省エネルギー機構 理事長 工博

*3 首都大学東京 名誉教授 工博

*4 宇都宮大学 准教授 工博

*1 Takenaka Corporation

*2 President, Institute for Building Environment and Energy Conservation, Dr.Eng.

*3 Emeritus Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr.Eng.

*4 Associate Prof., Utsunomiya Univ., Dr.Eng.