

## センサ付き照明器具の照度計算および省エネ効果シミュレーションソフトの開発

松下電工株式会社 \*前田 龍一 MAEDA Ryuichi

## 1 まえがき

近年、省エネルギー指向が強まるなかで、快適性を損なわずに省エネルギーを図ることを狙いとした、センサ付き照明器具が増えてきている。当社においてもセンサ機能付き照明器具「セルコン」はその重点商品である。セルコンシリーズにおいては、在室者の存在を検知し照明を点灯させるための人感センサ(熱線センサ)と、窓からの外光や周囲の照明の影響を考慮して、設定した目標照度を保つように出力制御を行うための照度センサを備えている。これらの照明器具は人の在/不在、外光の有無だけでなく、センサの位置関係や目標照度設定も含めて様々な要因に対応してダイナミックに出力を制御するものであり、従来の照度設計をベースにしたカタログや提案書のような静的な表現では伝わりにくい機能を有する。そこで、時系列に変化する照明効果や省エネ効果を客先でビジュアルに表現することができる提案ツールが必要となってきた。また商品企画段階においては、設定値と省エネ効果との関係を事前に検証することが求められている。

以上のような背景から、人と外光の変化に応じた照度分布と電力量計算を行い、同時に時系列変化を表現できる提案用シミュレーションソフトの開発を行った。また、個別の条件変更に伴う省エネ効果検証を目的とした省エネ効果計算ソフトも開発した。

## 2 提案用シミュレータの概要

## 2.1 シミュレータの狙い

当社では照明設計・照度計算の際、社内開発したコンピュータプログラムを使用している。本シミュレータでは、従来のソフトでは表現しにくい項目である以下の2点を行うことを特徴とする。

- 1) 人の不在、昼光、ランプの光束減退を判断して、調光状態になった場合の照度分布と、その時の電力量計算を行う。
- 2) 時系列変化を表現する。

## 2.2 入出力データ

入力項目には、部屋の形状や大きさ、照明器具及び制御の設定、運用時間や人の行動を設定する運用条件がある。本シミュレーションソフトは客先での提案ツールであることから、入力項目はできる限りメニューの選択形式とし、各選択肢もユーザにわかりやすい表現としている。

その他にシステムが持つデータとして、照明器具特性、センサ、昼光に関するものがある。ここで照明器具の照度データとして、照明器具を高さ1mに設置した時の水平面照度を10cm間隔のマトリクス状の計測点でサンプリングしたデータをもつ。これは照明器具の配光データから、社内の照度計算ソフトを使って算出した。この照度データは照明器具種類ごとに保持されており、照度計算のベースになる。

一方、出力としては、照度分布図、全平均照度、消費電力、省エネ率、償却年数を表示する。

## 2.3 システムの構成および照度計算プロセス

システムの構成を図1に示す。人条件設定とセンサ位置データから人の存在検知を行い、現在の照度センサ値演算結果から該当する照明器具に対して出力補正制御を行なう。その結果得られる照度を算出し、照度分布図の表示を行なう。併せて消費電力および省エネ率の算出を行なう。照度センサが検知する照度値が目標照度設定値に収束するまで照明の出力補正制御および照度計算が繰り返し実行される。ここで、照明の出力補正と収束条件についてはセルコンの制御アルゴリズムに従う。

前述の照度データを用いてまずシミュレーション条件で設定された天井高さ(照明器具設置高さ)へ照度データを展開し、全ての照明器具と昼光について直射分の照度を計算した後、相互反射による間接分を加えている。

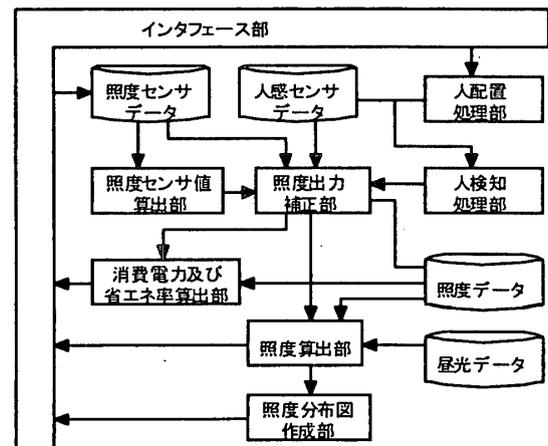


図1 システム構成

## 3 省エネ効果シミュレータの概要

オフィス用途における、人感センサによる省エネ効果をシミュレーションすることを目的とする。

## 3.1 シミュレーション条件設定

設定項目としては、部屋条件、照明の制御及び器具配置、センサ、人に関するものがある。

このうち、人の存在の有無に関する条件の設定方法として、1) 人の位置と数および分単位の行動パターンを記述する方法、2) 平均在席率と平均不在時間およびセンサ検知対象人数から人の存在確率を規定する方法、の2通りを用意している。後者での平均不在時間とは、人が一旦不在になったとき部屋に戻ってくるまでの時間であり、在席率と併せて、対象とするオフィスの業務形態を特徴づける値であるといえる。またセンサ検知対象人数は、センサ検知エリア内に存在する人数であ

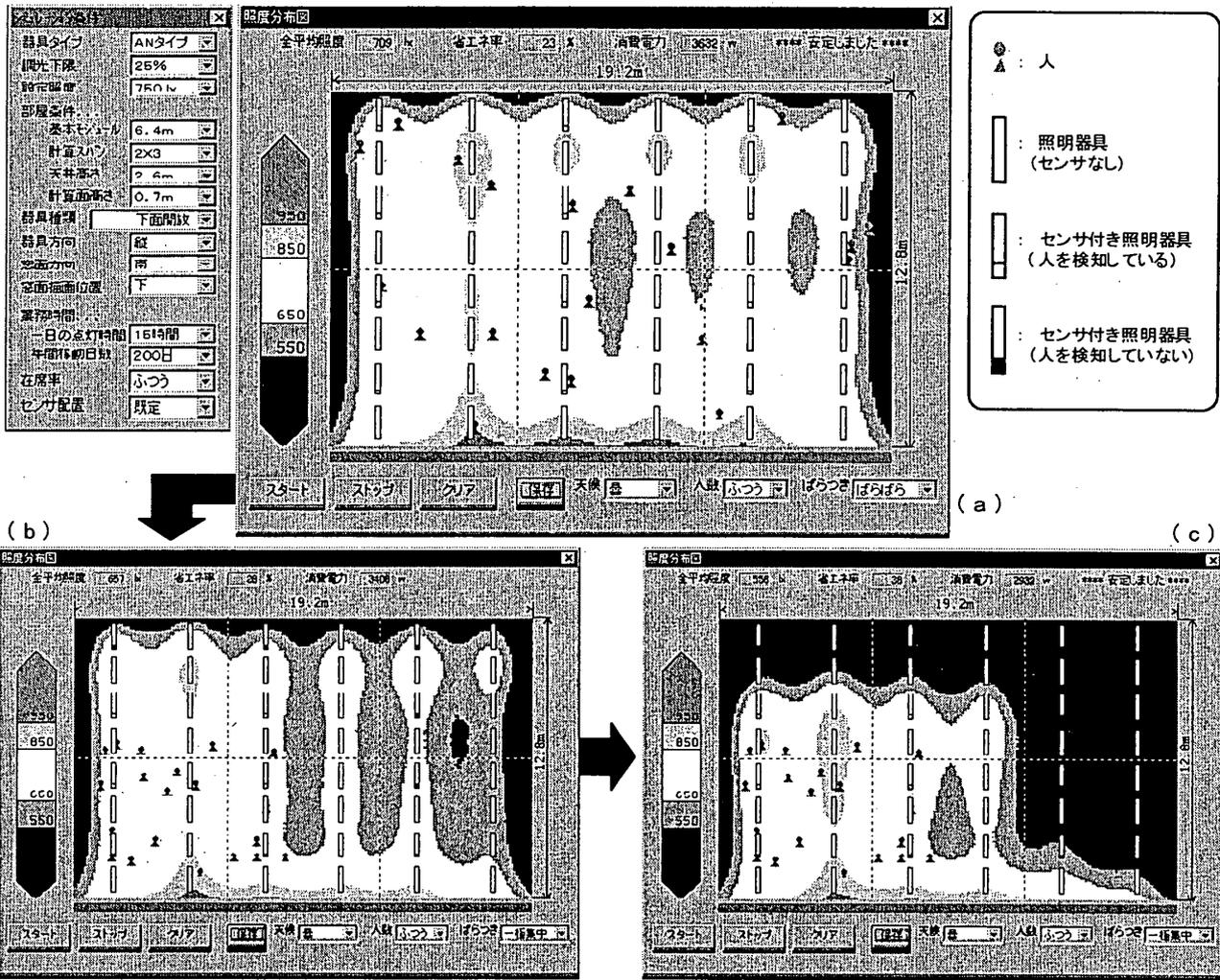


図2 提案用シミュレータの実行例

り、部屋内に存在する人数の多少を表す。これをオフィス密度と置き換えて考えることにより、より一般的な指標による省エネ率推定が可能になり、詳細な検証を行う前の目安とすることができる。

また今回は消費電力を算出する上で、部屋内の人の移動は考えないものとする。これにより歩き回ることによって広範囲の人感センサが反応し、照明が点灯する状況を考慮しない。

#### 4 実行例

図2に提案用シミュレータの実行例を示す。(a)は照度が安定した状態の照度分布図とそのときのシミュレーション条件である。照度分布図は対象とする部屋を上から見た図であり、照明器具と人の位置を重ね合わせて表示している。ここでは、画面下側が窓面であり、日光の影響により窓面側の照度が高くなっている。この状態から人を画面左下に集合させたときに、照明の調光制御が行われ照度分布が変化する過程を(b)、(c)に示す。人が存在しないエリアができたことにより、画面上側から右側にかけてのセンサは人を検知なくなり、照明出力が低下していく様子が読み取れる。この推移に合わせて、初

期状態(a)では23%であった省エネ率が38%になった。実際の商品の場合、同様の人の動きがあったとき調光を開始してから安定するまでを約30秒で行なうが、本ソフトでは以上の変化の過程を約2分間でシミュレーションする。

#### 5 あとがき

照度センサおよび人感センサにより連動制御される照明システムの照度計算および省エネ効果のシミュレーションソフトを開発した。提案用のシミュレータでは、周囲の光と人の存在の有無に関する影響をフィードバックさせた時系列のシミュレーションが可能になり、件名個々の条件を加味したうえで商品の特徴である動的変化をビジュアルに捉えることができた。現在、本ソフトは全国の当社照明提案部門に配布され、提案活動に利用されている。また省エネ効果シミュレータでは照明器具設定や人の行動パターンによる省エネ率の差異を検証できた。このシミュレーション結果をもとに、当社商品の省エネ率をカタログ値として記載している。さらに、確率モデルを採用することにより在席率とオフィス密度という一般的な指標から省エネ率推定が行なえることを示唆した。