

CO<sub>2</sub>削減のための建築設備の自動コントロールシステム技術に関する開発・研究

## その1 プロジェクトの概要

正会員 ○内海康雄\*<sup>1</sup>正会員 神村一幸\*<sup>2</sup>正会員 外岡 豊\*<sup>3</sup>正会員 三田村輝章\*<sup>4</sup>中根英昭\*<sup>5</sup>CO<sub>2</sub>削減

建築設備

自動コントロール

## 1. はじめに

2005年2月16日に京都議定書が発効し、我が国においては、その第一約束期間(2008-2012年)に温室効果ガスを1990年比で6%削減することが、現実には条約上の拘束力を持った。CO<sub>2</sub>排出量は業務その他部門で36.7%、家庭部門で28.8%伸び、その対策が必須である。一方この部門は組織的な対策が進みにくく、生活の質、業務効率、顧客満足度への要求が強いので、このような要求と両立する省エネ対策でなければ受け入れられたい。

建物の省エネについては様々な個別技術が利用されてきており、省エネ効果の設計時のシミュレーションも行われている。しかし必ずしも設置されている個々の省エネ技術が有効に活用されているとは限らず、設計通りの性能が実現されているか否かの評価(Cxコミッショニング)も最近になって行われるようになってきている。

本開発事業はリアルタイムの熱負荷シミュレーションを建物の空調・照明の自動制御に導入して上記の問題を系統的に解決する手法を開発しようとする。即ち、1)設計の際にのみ多く行われるシミュレーションを現状の再現のみならず予測を含め常時行い、2)気温や湿度等のセンサーのデータを監視や直接的な制御のためのみならず、シミュレーションのデータとして利用し、3)現在の測定データと設定値の差によって制御を行うのではなく測定データ等から計算した予測値と目標値を比較することによって迅速でなめらかな制御を行い、4)省エネあるいはCO<sub>2</sub>削減やコスト削減などの目標に即した制御を行う。

またこの過程で設計上の省エネ性能が実現しているか、個別の省エネ装置が有効に機能しているか明らかになる。

## 2. 開発プロジェクトの概要

## 2.1 開発システムの構成 (図1参照)

本システムは、パソコンとシミュレーションソフト、気温・湿度等の計測器、制御システム、それらを結ぶインターフェースで構成される。既存の様々な省エネシステムを統合し有効に機能させられるので、省エネシステムのシステムと呼べる。省エネ等の一定の目標を実現するために最適化した空調・照明の自動制御を行うが、様々なメーカーの測定器や制御装置を混在させて使用できるオープンなネットワークであるBACnetと共に用いる

ことによって、より効果的でかつ長期的に低コストのシステムを構築できる。

なお研究の対象建物は、国立環境研究所「地球温暖化研究棟」と岡山武「人工気象室」である。これによりシミュレーションにとって重要な検証と制御実験を、仕様が容易に変更できる簡単な系を持つ前者と、実際に使用されているオフィスに相当する後者とで行える。

## 2.2 プロジェクトの構成

プロジェクトの作業は4つのサブテーマ(ST)からなる。

(1)ST1; 対象建物の熱負荷やPMVの計算を行う他、実験対象室の自動制御システムの構成を記述する。シミュレーションについては後述。(2)ST2; 建物の機器制御システムを開発するが、山武温熱実験室を用いてVAV空調システムの暖冷房、地球温暖化棟の対象室ならびに実験室系について実測を含めて検討する。制御には数値計画手法を用いて最適化をはかる(続報1参照)。(3)ST3; 開発するシステムの評価のための基礎データの取得・解析を行い、システムの総合的な性能評価を行う(続報2参照)。(4)ST4; 開発システムを持つ省エネ建築物の地域レベルにおける評価を行うため、エネルギー消費データ等を全国の市町村レベルで整備する。またキャノピーモデルによる都市スケールの気温・エネルギー消費量のシミュレーションを東京23区を対象に実施した。

## 3. シミュレーションについて(サブテーマ1)

## 3.1 方法と手順

開発するシステムの一部として熱負荷シミュレーションを行う。計算には、動的システムシミュレーション

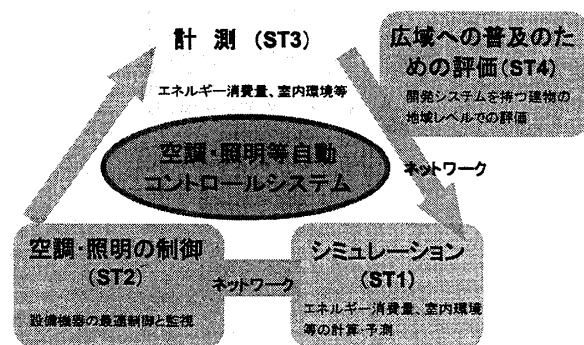


図1 開発するシステムのコンセプト

ログラムTRNSYS<sup>3)</sup>を用いる。まずシステムにおけるシミュレーション手法の最適化と適用範囲を明確にすることを目的とし、対象建物において、①熱計算におけるゾーニングの影響、②対象建物に装備されている環境配慮手法の効果について検討する。

(1)建物の熱計算におけるゾーニング 計算目的や建物形状の煩雑さに応じて、実際のプラン構成に対し、いくつかの室をまとめて一つのゾーンとする“簡易モデル”、また、実際のプランに従って各室を一節点としてゾーンに分割する“詳細モデル”が考えられる。

(2)環境配慮手法 対象建物には、自然通風・換気、日射調整ルーバー、太陽熱集熱壁、太陽光発電、屋上緑化などの様々な環境配慮手法が装備されているが、このうち日射調整ルーバー、太陽熱集熱壁、屋上緑化などの建築的な手法について個々の手法を計算モデルに組み込む。

### 3.2 計算モデルと計算例

図2に簡易モデル及び詳細モデルのゾーニングを示す。簡易モデルでは合計23ゾーン、詳細モデルでは合計55ゾーンとして計算を行う。

計算結果の一例を図3に示す。簡易モデルと詳細モデルの比較では、両者の差は僅かであるが、簡易モデルでやや小さくなる傾向が見られ、環境配慮手法の有無の比較では、手法有りの場合に冷房顕熱負荷が大きく削減されることがわかる。

### 4. シミュレーションについて(サブテーマ4)

開発される省エネルギーとその温室効果ガス排出削減効果をマクロに評価する基礎として建物用途別・エネルギー種類別・熱用途別エネルギー消費量とCO<sub>2</sub>排出量を

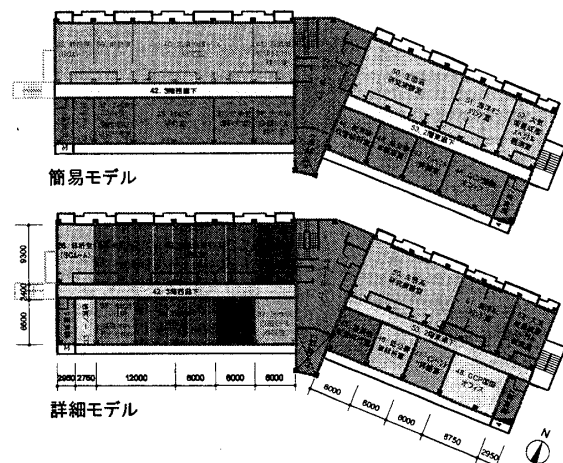


図2 地球温暖化研究棟の計算モデル

都道府県別に推計した。一例を図4に示す。業種別従業者数による市区町村別分解推計も行った。対策評価を定量分析するには冷暖房方式別にエネルギー消費量を再分解して現況エネルギー効率を想定することが必要なため、更に建物規模別・建築年別の詳細推計を試行している。

### 5. おわりに

建築設備の自動制御システムと開発プロジェクトの概要を述べた。対象建物のモデリングと計算例(サブテーマ1)とCO<sub>2</sub>排出量の基礎データ(サブテーマ4)を示した。サブテーマ2、3については統報以降で述べる。

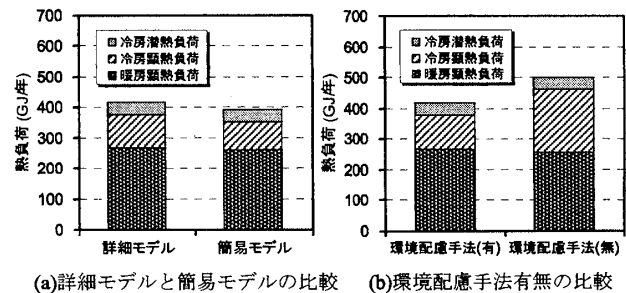


図3 計算結果の一例

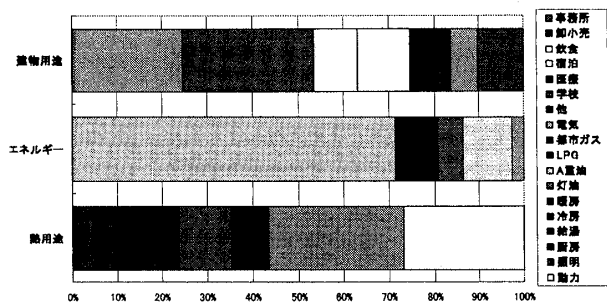


図4 CO<sub>2</sub>排出量の建物用途・エネルギー種類・熱用途別構成

あとがき 本プロジェクトの対象建物である国立環境研究所地球温暖化研究棟のデータの一部は、環境省地球環境研究総合推進費課題B56「環境低負荷型オフィスビルにおける地球・地域環境負荷低減効果の検証」(平成13年度～15年度)によるものである。

謝辞 本論文は平成16年度地球温暖化対策技術開発事業「建築物における空調・照明等自動コントロールシステムに関する技術開発課題代表者; 中根英昭(国立環境研究所)」における成果の一部をまとめたものである。また本研究を行うにあたり、(株)アトロ勾坂寿人氏、東京理科大学井上隆教授、東京電機大学百田真史助手、国立環境研究所吉田友紀子氏、埼玉大学藤野毅氏、平野勇二郎氏にご協力を頂いた。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献 1) 神村ほか、CO<sub>2</sub>削減のための建築設備の自動コントロールシステム技術に関する開発・研究その2自動制御の考え方、日本建築学会講演梗概集、2005。2) CO<sub>2</sub>削減のための建築設備の自動コントロールシステム技術に関する開発・研究その3省エネ評価指標手法開発に向けたデータ計測体制整備および解析、日本建築学会講演梗概集、2005。3) TRNSYS Volume I Reference Manual, Solar Energy Laboratory, University of Wisconsin, Mar. 2000。

\*1 宮城工業高等専門学校 教授・工博

\*2 (株)山武 研究開発本部 研究主幹 博士(工学)

\*3 埼玉大学 教授・工博

\*4 足利工業大学 専任講師・博士(工学)

\*5 独立行政法人国立環境研究所 上席研究官・理博

\*1 Prof., Miyagi National College of Technology, Dr. Eng.

\*2 Director, Research and Development, Yamatake Co., Dr. Eng.

\*3 Prof., Saitama University, Dr. Eng.

\*4 Lecturer, Ashikaga Institute of Technology, Dr. Eng.

\*5 Director, National Institute of Environmental Studies, Dr. Sc.