

# シミュレーションを用いた 水蓄熱式空調システムの最適運転法

山口 弘 雅\*1

吉田 治 典\*2

京都議定書の発効を受け、国際公約達成に向けた温室効果ガス削減の具体策が重要視される中、空調分野におけるCO<sub>2</sub>削減策の一つとして蓄熱式空調システムの利用が注目されている。しかし、特に水蓄熱式空調システムは制御が複雑で、運転計画の自動化も容易ではなく、実際の効率が設計通りではない場合も少なくないと言われている。

本研究では、熱負荷予測がなされることを前提として、蓄熱式空調システムの運転をシミュレートするためのモデルを作成し、全蓄熱システムの最適運転法を構築し、それを用いて、最適化の目的関数の違いが蓄熱システム運転に与える影響、熱負荷の予測誤差がシステムの挙動に与える影響等を分析した。

キーワード：空調システム、蓄熱槽、最適化、熱負荷予測

## はじめに

近年、夜間電力の利用によるCO<sub>2</sub>削減策の一つとして、蓄熱式空調システムの利用が注目されている。しかし、実際の運用状況を調べると、蓄熱槽を持つ建物のエネルギー消費量が蓄熱槽を持たない建物と比べて予想外に多いという調査報告もある<sup>22)</sup>。こうした設計性能を満足しない運転を改善するために、筆者らは、蓄熱槽の合理的な運転のための熱負荷予測法<sup>9)-12)</sup>や、熱負荷予測結果を用いて蓄熱槽の有効蓄熱量を算定し、熱源を運転制御する方法<sup>10)</sup>などを提案してきた。また、空調監視制御システムで計測されるデータを利用して空調システムの数式モデルを作り、そのモデルを用いてシステム全体の消費エネルギーを最小化するような冷凍機出口温度を見出す方法を提案し<sup>13)</sup>、実際の非蓄熱システムに適用した場合の効果を実証した<sup>14)</sup>。

本研究では、既報<sup>13),14)</sup>における冷水温度制御の考え方を蓄熱式空調システムに適用し、熱負荷予測情報を基にした蓄熱式空調システムを運転する新しいアルゴリズムを提案し、シ

ミュレーションによりその効果を示す。また、全蓄熱システムを対象とし、実熱負荷を用いて現実的な運転をシミュレートし、最適化の目的関数（消費電力量、電力コスト、CO<sub>2</sub>排出量）が蓄熱システムの運転に与える影響、熱負荷の予測誤差がシステムの挙動に与える影響などを分析し報告する。

## 1. 最適化アルゴリズムの構成

蓄熱システムの最適運転アルゴリズムは、空調熱負荷を予測する『熱負荷予測ブロック』、この予測熱負荷をもとにして要求される蓄熱量を見いだす『要求蓄熱量ブロック』、蓄熱を用いた空調システムの運転シミュレーションを行う『システムシミュレーションブロック』（システムの運転をシミュレートし消費電力量などの結果を得る計算ブロック）、ならびに、消費電力量、電力コスト、CO<sub>2</sub>排出量を目的関数として、最適運転を見いだす『運転最適化ブロック』という4つのブロックからなる。既報でも採用しているが<sup>14)</sup>、空調システムのシミュレーション実行部分と最適化の実行部分を同じ計算環境下（プラットフォーム）におくことで、統合的な最適化の開発環境を得るようにしたことが本研究の一つの特徴である。なお、本研究では冷房運転についてのみ検討した。

\*1 京都大学博士後期課程、関西電力(株) 正会員

\*2 京都大学大学院工学研究科 正会員