

## 個別送風ファンを用いた全館空調システムの次世代型省エネルギー住宅に関する研究 その3 室内温度制御の方法と省エネルギー性

正会員 ○尾崎 明仁\*<sup>1</sup> 正会員 落合 総一郎\*<sup>2</sup>  
同 坪川 剛\*<sup>2</sup> 準会員 前田 実可子\*<sup>3</sup>

断熱気密住宅      ダクト式全館空調      空気循環システム  
個別送風ファン    省エネルギー                  数値シミュレーション

### 1. はじめに

前報<sup>1)</sup>に引き続き、個別送風ファンによる全館空調システムを採用した次世代型省エネルギー住宅の熱環境性能について検討する。本報では、熱・水分・空気移動の連成を考慮した建築全体の温湿度・熱負荷シミュレーションにより、個別送風ファンの制御方法の違いが室内熱環境や暖冷房負荷に及ぼす影響について明らかにする。

### 2. 建築全体の温湿度・熱負荷シミュレーション

#### 2.1 THERB for HAM

数値シミュレーションには、建築全体の熱・水分・空気移動の連成解析ソフト THERB for HAM を使用した<sup>2)</sup>。THERB は、多数室を対象とした室内温湿度・体感指標・熱負荷の動的計算ソフトである。

#### 2.2 THERB の計算精度

測定結果と比較することにより、THERB の計算精度について検証する。対象住宅は、前報で実測した戸建住宅である。表 1 に計算条件を示す。気象条件は観測値を用いて作成した。図 1 に、1 階 LDK, 1 階和室, 2 階洋室における 10 月 11~13 日の温湿度の経時変化を示す。いずれの室の温湿度も、計算値は実測値を高い精度で捕捉している。

### 3. 熱環境と省エネルギー性能

#### 3.1 計算内容および条件

前報の戸建住宅を対象とした数値計算により、個別送風ファンの制御方法の違いが室内熱環境や暖冷房負荷に及ぼす影響について検討する。表 2 に、計算条件を示す。気象条件には岐阜の拡張アメダス気象データ(標準年)を使用する。空調制御には、定温度・定風量(一定の温度・風量で給気)、変温度・定風量(CAV)、定温度・変風量(VAV)の3つの方式を採用した。設定室温は夏季 27℃, 冬季 20℃とする。湿度は空調室の相対湿度(給気湿度)を夏季 60%, 冬季 40%一定とした。CAV 方式では外気と還気の混合空気の温度から設定室温にするための供給熱量を計算して給気温度を求め、冷暖房に必要な供給熱量は各室で過不足を生じる可能性がある。なお、CAV 方式の冷暖房負荷は、空調室温度を給気温度にするための熱量である。VAV 方式では給気温度を夏季 22℃, 冬季 23℃に設定した。1 ステップ前(10 分前)の計算時刻における各室の冷暖房負荷を計算し、その熱負荷に等しくなるように空調室から各室への送風量を設定した。ただし、空調する必要がなくても換気回数で最低 0.5 回/h の送風量は維持する。

表 1 計算条件

プログラム	THERB for HAM
対象建物	2階建木造住宅
気象データ	実測値
生活条件	生活にともなう発熱・発湿を考慮
空調条件	自然条件
計算期間	10月11日~13日
予備計算	1カ月

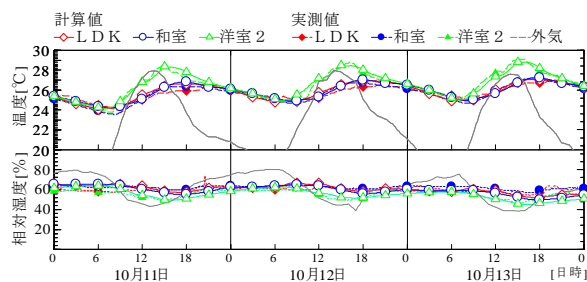


図 1 室内温湿度の実測値と計算値の比較

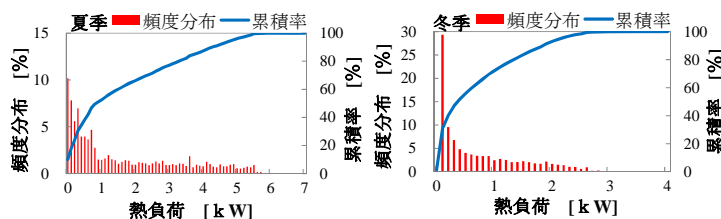


図 2 建築全体熱負荷の頻度分布および累積率

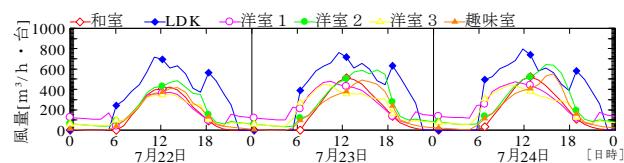


図 3 夏季における各室必要風量

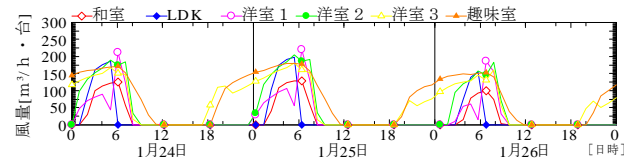


図 4 冬季における各室必要風量

#### 3.2 計算結果および考察

##### (1) 機器容量と送風量

図 2 に、全館空調した場合の夏季・冬季における建物全体の空調負荷の頻度分布および累積率を示す。最大負荷は、夏季は 5.7kW, 冬季は 2.8kW ある。対象住宅の空調機器容量は、冷房は適切であるが、暖房は過大である。

図 3 と図 4 に、給気温度を夏季 22℃, 冬季 23℃に設定した場合に各室に要する送風量を示す。送風量は、夏季は概ね 250m<sup>3</sup>/h, 冬季は 200m<sup>3</sup>/h である、対象住宅の送風量は適切に計画されていることがわかる。

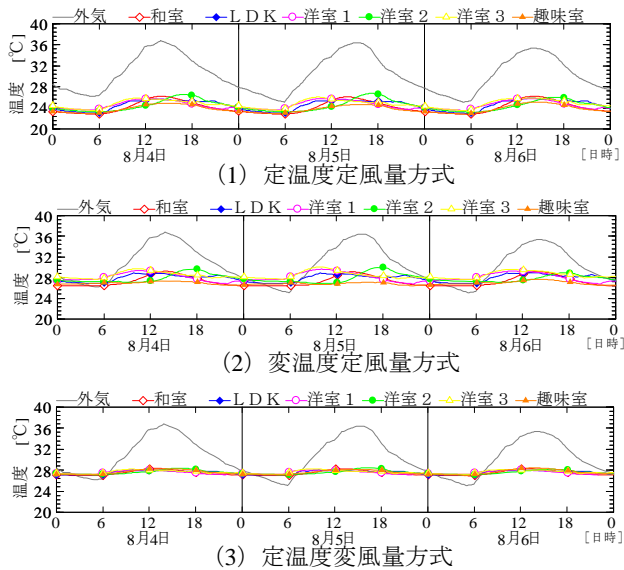


図5 夏季における各室温度の経時変化

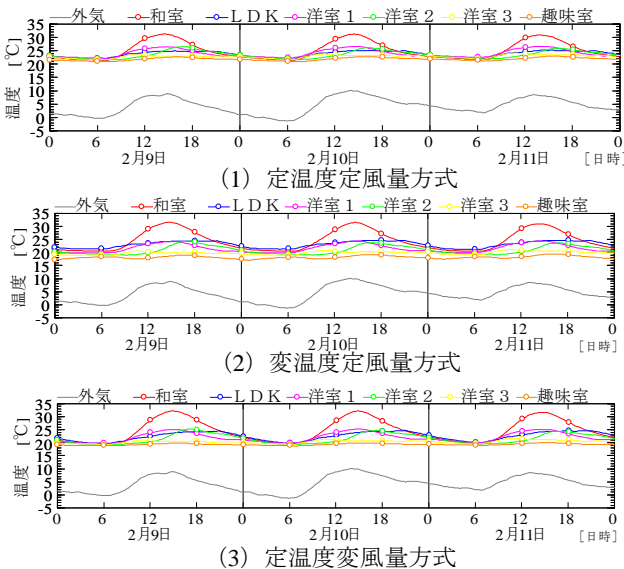


図6 冬季における各室温度の経時変化

## (2) 空調制御方法の違いが室内温度へ及ぼす影響

図5に、定温度・定風量方式、CAV方式、VAV方式の夏季の室内温度を示す。定温度・定風量方式の室温は終日27℃以下となるが、夜間の温度低下が著しく、最低22℃になる。一定の温度、風量で各室に供給するため、過剰冷房する可能性が高く、日較差が大きくなる。CAV方式は、定温度・定風量方式に比べると室温の日較差は小さいが、室間温度分布は却って大きくなる。全館の総合的な熱負荷から給気温度を決定するCAV方式では、各室の除去熱量に過不足が発生して温度分布を生じる。VAV方式は、室温の日較差が小さく、室間温度分布も見られない。全館が26℃～28℃に安定して制御されている。

図6に、冬季の室内温度を示す。夏季と同様、定温度・定風量方式は、CAV方式およびVAV方式と比較して

表2 計算内容および条件

送風方式	CTA	CAV	VAV
温度	一定	可変	一定
風量	一定	一定	可変
全熱交換		なし	
空調室温度	夏季：22℃、60%、風量 250m <sup>3</sup> /(h・台) 冬季：23℃、40%、風量 150m <sup>3</sup> /(h・台)		
各室設定温度	夏季：27℃、60% 冬季：20℃、40%		
気象データ	拡張アメダス気象データ		
生活スケジュール	生活にともなう発熱・発湿を考慮		

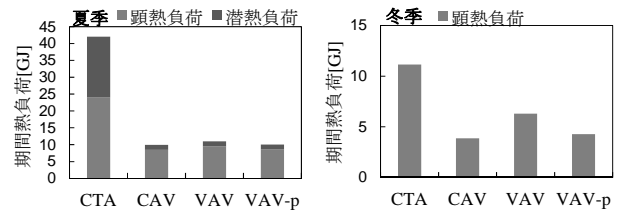


図7 各送風方式による期間熱負荷

室温の日較差が大きい。CAV方式は、室間に最大約7℃の温度分布が生じている。終日16～18℃を推移し、設定温度20℃に満たない室も見られる。VAV方式は、室温の日較差、室間温度分布が最も小さく、安定して制御されている。

## (3) 空調制御方法の違いが冷暖房負荷へ及ぼす影響

図7に、夏季と冬季における各送風方式の期間冷暖房負荷を示す。冷暖房負荷いずれも、過剰冷暖房することがある定温度・定風量方式が最も大きい。CAV方式は、供給熱量の過不足にともなう室間温度分布により、建築全体の熱負荷が過少に見積もられるため、小さくなる。全館を一様に空調するVAV方式はCAV方式に比べ熱負荷が大きい。ただし、VAV方式でも、在室空間のみを設定温度にし、その他の室は緩やかに冷暖房すると(VAV-p方式)、熱負荷はCAV方式と同程度にまで減少する。

## 4. むすび

熱・水分・空気移動の連成を考慮した建築全体の温湿度・熱負荷シミュレーションソフト「THERB for HAM」を使用して、個別送風ファンによる全館空調システムを採用した断熱気密住宅の熱環境性能について検討した。その結果、実測住宅を対象とした室内温湿度の数値計算によりTHERBは高い計算精度を有すること、VAV方式は室内熱環境を良好に維持できること、VAV方式は在室空間とその他で設定温度を変更することで省エネルギー性にも優れること、などを明らかにした。

## 参考文献

- 1) 前田実可子, 尾崎明仁, 落合総一郎, 坪川剛: 個別送風ファンを用いた全館空調システムの次世代型省エネルギー住宅に関する研究—その1, 2, 建築学会大会学術講演梗概集, D-2, 2011
- 2) Ozaki A., Kagawa H.: Simulation Software to Describe the Hygrothermal Environment of Whole Buildings Based on detailed Physical Models, Proc. of the 7th International Conference of System Simulation in Buildings, P03 (24 pages), 2006

\*1 京都府立大学大学院生命環境科学研究科 教授・工博

\*2 (株) システック環境研究所

\*3 京都府立大学生命環境学部 学部生

Prof., Graduate School of Life and environmental Sciences, Kyoto Prefectural University, Dr. Eng.  
Systech Environmental Research Laboratory  
Under Graduate Student, Faculty of Life and Environment, Kyoto Prefectural University