

シミュレーションツール BEST によるオフィス熱負荷・熱環境解析
第9報 PMV 制御時の室内熱環境解析と省エネ設定室温の検討

正会員 ○ 神山 隼人 *
正会員 郡 公子 **
正会員 石野 久彌 ***

BEST オフィス PMV 制御

1. 序

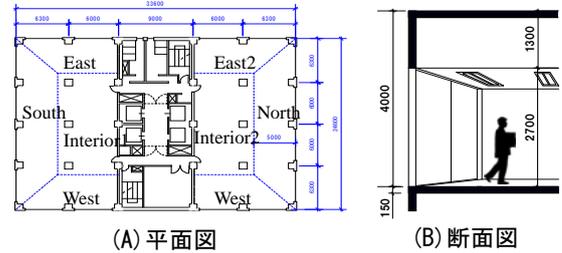
近年、省エネ意識向上のために、冷房室温 28℃、暖房室温 20℃が推奨されている。冷房 28℃に対して服装を軽装にするだけでは熱的快適性を確保することに限界があり、気流を積極的に利用する試みがあるものの、どの程度気流を利用すればよいかは明確でない。本研究は、BEST を利用して、PMV 制御を行うオフィスの熱環境をシミュレーションし、室温、湿度、作用温度の変化特性を把握し、また室温累積度数曲線をもとに、室温制御を行う場合の設定室温に関して検討を行ったものである。

2. PMV 制御のオフィスシミュレーション

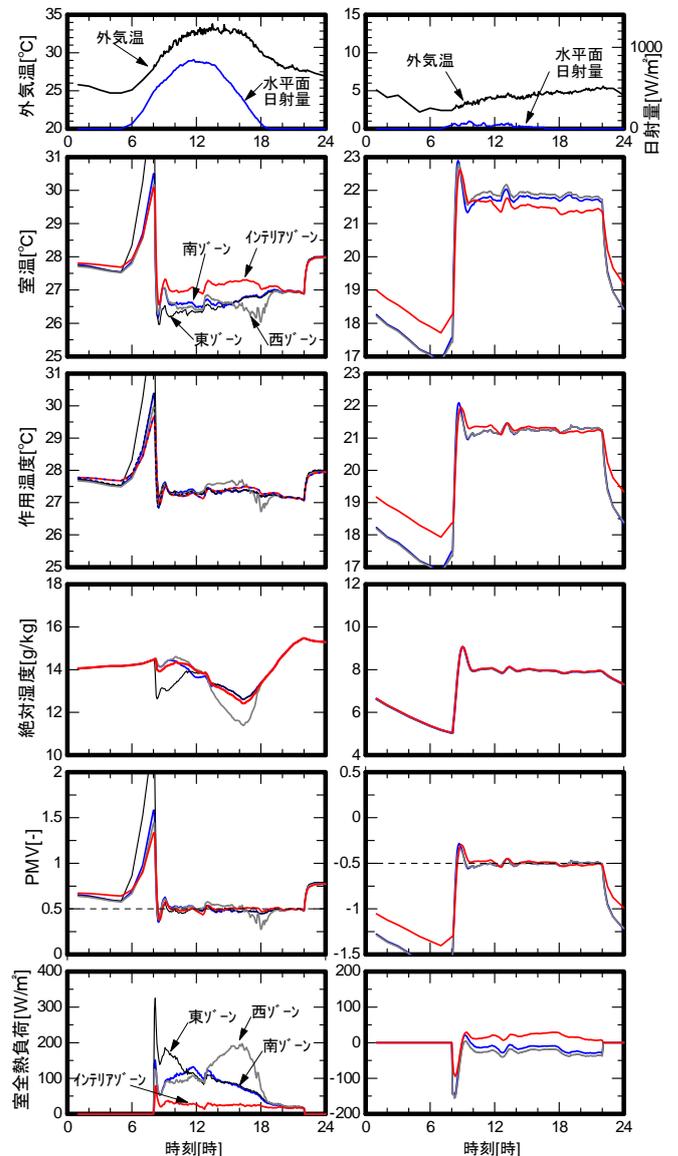
BEST では、室温制御と同様に、作用温度制御や PMV 制御のケースを、特別なプログラム改造を必要とせず計算できる。そこで、ゾーンモジュールと AHU モジュールの2種のモジュールのみを利用して連成計算を行った。計算対象のオフィス基準階を図1に、標準計算条件を表1に示す。PMV の設定値は、夏期 0.5、冬期-0.5、湿度は夏期無制御、冬期は相対湿度 50%制御、着衣量はクールビズ・ウォームビズを想定した。標準条件での夏期・冬期代表日の計算結果を図2に示す。夏期、冬期ともに設定PMVに制御されていることが確認できる。PMVが設定値の場合の室温は、夏期約 26.2~27.3℃、冬期約 21.3~22℃であり、28℃冷房、20℃暖房からは遠いことが分かる。このことから、着衣量、気流速度をより積極的に利用しなければ、室温制御時に省エネ設定室温を実践することは難しいことが分かった。

表1 標準計算条件

気象	東京 2006 年実データ (1 分間隔)
室	南北室床面積:302.6 m ² 、ペリメータ奥行き:5m、天井高:2.7m、窓:高さ 2.7m、窓面積率:68%
壁体材料	外壁 吹付け硬質ウレタン(フロン発砲)25、普通コンクリート 150、モルタル 20、タイル 8
	窓 low-e グリーン(銀 2 層)+透明、ガラス厚 8、空気厚 6、中間色ブラインド
侵入外気量	0.2 回/h
ゾーン換気量	200CMH/m(インテリアペリメータ間)
内部発熱 [最大値]	照明 20W/m ² 、機器タイプ:露出型
	人体 0.15 人/m ² 、1.1met、0.5clo(夏期 6-9 月)、1.0clo(冬期 12-3 月)、0.7clo(中間期 4-5 月、10-11 月)
	機器 15W/m ² (顕熱)
空調条件	空調時間:8:00~22:00、PMV 制御設定値:夏期(PMV:0.5)、冬季(PMV:-0.5、湿度 50%)、中間期(PMV0、湿度 50%)、除湿時吹出湿度 90%、空調方式:インテリア:AHU(夏期は冷水、その他は冷温水供給、加湿あり)、ペリメータ:FCU(夏期は冷水、その他は冷温水供給)、風量:インテリア:7 回/h、ペリメータ:15 回/h、外気量:1.0lit/m ² sec
計算時間間隔	5 分間隔



(A) 平面図 (B) 断面図
図1 標準オフィスの基準階



(A) 夏期代表日(8/4(金)) (B) 冬期代表日(1/13(金))
図2 代表日の室内環境と負荷の時刻変動(標準条件)

[図2注] 制御対象を PMV、操作量を冷却加熱温度差とした場合の PID 制御係数は、比例ゲイン 4.5K、積分時間 250sec、微分時間 0sec

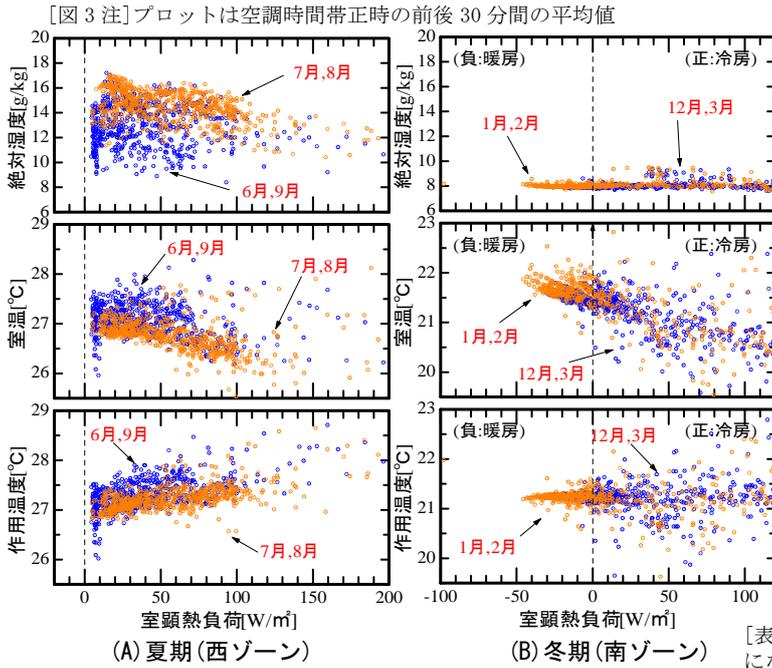


図3 室頭熱負荷と室内環境の相関図(標準条件)

3. 室温制御の場合の推奨設定室温

図3に室頭熱負荷と室内環境の分布の様子を示す。室頭熱負荷が大きくなるほど室温は、夏期は約1K低下し、冬期(暖房運転時)は約0.5K上昇する。これは、室頭熱負荷が大きくなるほど、室温に対して室内表面温度が夏期に高く、冬期に低くなるため、放射環境の悪化を防ぎPMVを設定値に保つには、室温を夏期には低く、冬期暖房時には高くする必要があるからである。その結果、冬期暖房時の作用温度はほぼ一定に保たれている。夏期には、冷房室頭熱負荷が大きいときには作用温度はやや高い。これは、冷房室頭熱負荷が大きいほど冷却コイルでの成り行き除湿量が大きくなり、湿度が低下して快適側になるように作用するためである。図3(A)の7、8月をみると、室頭熱負荷が大きいときの絶対湿度の低下は最大で約4g/kgである。

図4に室温累積度数分布図を示す。この図を利用し、室温制御を行う場合に、95%の時間は夏期にPMV=0.5以下、冬期にPMV=-0.5以上になる設定室温を求め、これを推奨設定室温として評価することにした。その結果を表2に示す。着衣量0.4clo、気流速度0.5m/secのcase3の場合、インテリアゾーンで夏期に28°C冷房をほぼ達成できることが判明した。

4. 着衣量・気流速度とPMV制御時の室内熱環境

図5に夏期西ゾーンの代表時刻での室内環境を月別に示す。PMV0.5制御のときの室温は、(A)標準条件では月により26.5~27°C、(b)case3(より軽装+気流利用)では28.1~28.5°Cとなった。また、図6は、(A)と(B)のPMV0.5制御の結果を、ゾーンごとの代表時刻で比較したものであり、(B)の方の負荷が小さい傾向にあり、室温も約1.5K程度高い。

5. 結

PMV制御に着目したケーススタディにより、PMV制御下の室

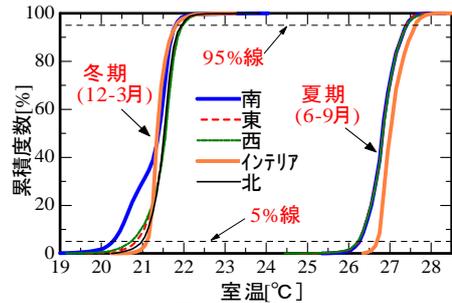


図4 室温累積度数分布(標準条件)

表2 推奨設定室温(超過確率5%) [°C]

	ゾーン	南	東	西	インテリア	北
case1 (従来服装)	夏期	25.5	25.4	25.4	25.9	25.5
	冬期	22.9	23.1	23.1	22.9	23.1
標準条件 (ケルビス)	夏期	26.3	26.2	26.2	26.7	26.3
	冬期	21.8	22.0	22.0	21.9	22.0
case2(ケルビス+ 気流利用)	夏期	27.3	27.3	27.3	27.6	27.3
case3(より軽装+ 気流利用)	夏期	27.9	27.8	27.8	28.2	27.9

[表2注]1)冬期(PMV-0.5制御)に、95%以上の時間がその値以上になる室温、夏期(PMV0.5制御)に95%以上の時間がその値以下になる室温を、推奨設定室温として表示した。室温制御用にこの設定室温を使用すると、95%の時間はPMVを夏期0.5以下、冬期-0.5以上に保つことができる。残りの5%の時間は、設定室温を快適側に変更してもよいと考える。2)case1:夏期0.65clo、冬期0.85clo、気流0.2m/s、case2:夏期0.5clo、気流0.5m/s、case3:夏期0.4clo、気流0.5m/s

[図5注]1)西ゾーンの代表時刻(15:30~16:30)平均値、2)case3:夏期着衣量0.4clo、気流速度0.5m/s

[図6注]PMV0.5制御での代表時刻平均値:南(11:00~12:00)、東(9:00~10:00)、西(15:30~16:30)、インテリア(13:30~14:30)、北(11:00~12:00)

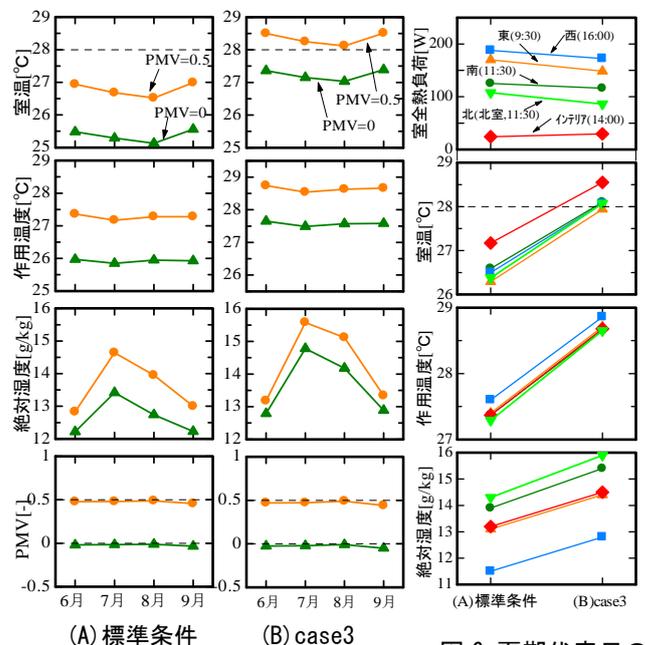


図5 夏期の月別代表時刻室内環境

図6 夏期代表日の代表時刻室内環境

内熱環境特性を明らかにし、室温制御時の推奨設定室温を提示した。

*宇都宮大学大学院工学研究科 博士前期過程
 **宇都宮大学大学院工学研究科 准教授・工博
 ***首都大学東京大学院 名誉教授・工博

*Graduate student, Graduate School of Engineering, Utsunomiya Univ.
 **Associate Prof., Graduate School of Engineering, Utsunomiya Univ., Dr. Eng
 ***Emeritus Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng