

外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発（その177）  
 制御設定値によるブラインド制御時の省エネルギー性、作用温度、PMVの検討  
 Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST (Part 177)  
 Study of Energy Conservation, Operative Temperature and PMV in Blind Control

正会員 ○相沢 則夫（大林組） 特別会員 村上 周三（建築環境・省エネルギー機構）  
 技術フェロー 石野 久彌（首都大学東京名誉教授） 技術フェロー 郡 公子（宇都宮大学）  
 Norio AIZAWA\*1 Shuzo MURAKAMI\*2 Hisaya ISHINO\*3 Kimiko KOHRI\*4  
 \*1 Obayashi Corporation \*2 Institute for Building Environment and Energy Conservation  
 \*3 Tokyo Metropolitan University \*4 Utsunomiya University

This paper describes parametric studies of energy conservation and thermal comfort (room temperature, operative temperature (OT) and PMV) in blind control. The control set values (room temperature, OT and PMV) which affect thermal comfort and energy-saving performance are studied using the BEST program.

1. はじめに

BESTでは昼光利用の計算が可能であり、ガラス種類、ブラインド（以降 BL）制御等による温熱環境（室温、作用温度（以降 OT）、PMV）や省エネルギー効果等の検討が報告されている<sup>1)2)3)</sup>。

既報<sup>5)</sup>において、BL制御の効果について、BESTの連成計算により、室温制御、OT制御、PMV制御時の温熱環境、省エネルギー性を検討しているが、制御設定値を固定した検討に留まっている。

本報では、室温制御、OT制御、PMV制御の設定値をパラメータ（可変）とし、温熱環境、省エネルギー性が向上するようにBESTの計算により検討したので報告する。

2. 計算条件

図-1に建物モデル、表-1に計算条件、表-2に検討ケースを示す。各ケースを室温制御、OT制御およびPMV制御

御でそれぞれ計算する（連成計算、制御設定値は表-1参照（基準設定））。

表-1 計算条件

気象	実在年データ(東京 2006 年)
ガラス種類	複層ガラス(日射遮蔽型 Low-E+透明)
昼光利用 ブラインド操作	昼光利用時、調光: 床面高さ 750mmにて 750lx ブラインド種類: 中間色 標準操作: ガラス透過直達日射量 10W/m <sup>2</sup> 超→100%閉、10W/m <sup>2</sup> 以下→20%閉(100%閉はBLが全て降りている状態を示す) スラット角 45度固定 BL制御: スラット角の自動制御 <sup>1) 2) 3)</sup> =保護角制御
内部発熱	照明: 15W/m <sup>2</sup> 、機器: 12W/m <sup>2</sup> 、人員: 0.1 人/m <sup>2</sup> スケジュール: BEST 平成 25 年省エネ基準対応ツールにおける標準設定スケジュール <sup>4)</sup>
人体	代謝量: 1.1Met(夏期、冬期、中間期) 着衣量: 0.6clo(夏期)、1.0clo(冬期)、0.8clo(中間期) 気流速度: 0.15m/s
空調設備	冷暖同時ビルマル+外気処理エアコン (室外機: 90/100kW、室内機: ペリメータ 9/10kW×3 台、インテリア 11.2/12.5kW×3 台、外気処理: 900CMH) (冷房能力/暖房能力 kW)
空調時間	7:30~21:00(予冷熱運転 7:30~8:00(外気カット)) 平日: 空調運転、土日祝日: 空調停止 外気導入量 3m <sup>3</sup> /(m <sup>2</sup> h)、隙間風 0.2 回/h
空調設定 (基準設定)	運転モード: 夏期 冷房、中間期・冬期 冷暖房 (中間期・冬期は冷暖房モードなので、制御設定値に動作隙間を設けている) 室温制御: 夏期 26°C、中間期 24±1°C、冬期 22±1°C OT 制御: 夏期 26°C、中間期 24±1°C、冬期 22±1°C PMV 制御: 夏期 0.5、中間期・冬期 0.5~0.5 加湿制御: 40%(暖房時)

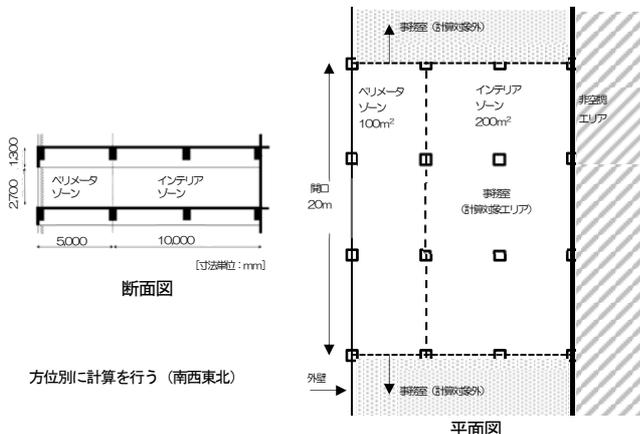


図-1 建物モデル

表-2 検討ケース

	ケース 1	ケース 2	ケース 3
昼光利用	昼光利用	昼光利用	昼光利用なし
BL 操作 (表-1 参照)	BL 制御 (保護角制御)	標準操作	標準操作

### 3. 計算結果

#### 3.1 基準設定の場合

図-2に、ケース1、PMV制御時の夏期・冬期代表日の室内環境、室負荷時刻変動グラフを示す。

冬期はPMV制御の設定値に制御幅を設けている(-0.5~0.5)。南は、冷房主体となっているため、0.5に近い値になっている。

照明電力は昼光利用(照明の調光)により、昼間の値が定格設定値15W/m<sup>2</sup>から減少していることが分かる。

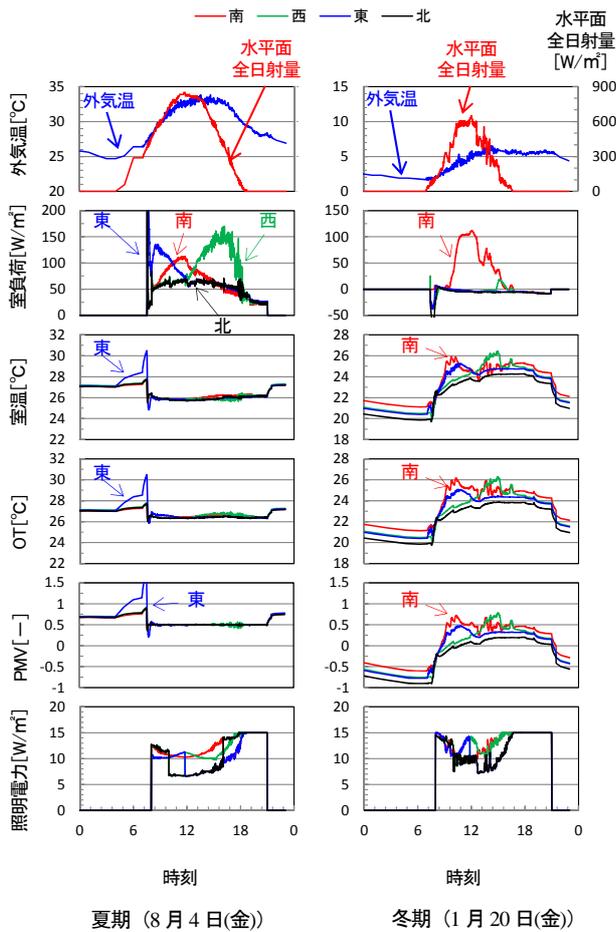


図-2 代表日の室内環境・室負荷時刻変動(ペリメータ)  
(ケース1、PMV制御)

図-3にPMV制御時のペリメータの年間熱負荷と照明電力量を示す<sup>5)</sup>。各方位共、「昼光利用なし」(ケース3)よりも、「BL制御+昼光利用」(ケース1)、「昼光利用」(ケース2)の方が省エネルギーになっている。BL制御の効果(ケース1と2の差)があまり見られないが、ガラスの日射透過率が小さい(0.32)ためと考えられる。

図-4にPMV制御時のペリメータの夏期(8月)と冬期(1月)の熱負荷、空調時間平均の室温、OTおよびPMVを示す<sup>5)</sup>。ケース1~3を比較すると、冬期は熱負荷の差はあまり見られないが、夏期はケース1、2がケー

ス3より熱量が少ない。室温、OT、PMVは夏期、冬期とも各ケース間に顕著な差はないことから、ケース1、2はケース3と同等の快適性を維持しつつ省エネルギーになることが分かる。

冬期において、南はPMV=0.25程度(快適域)で室温24℃となっている。南は冬期も冷房負荷が多いことから、室温設定を22℃にすると低過ぎになってしまい、余分な冷房負荷が発生する要因になっていると考えられる。次項では、快適域において、より省エネルギーとなる制御設定値を検討する。

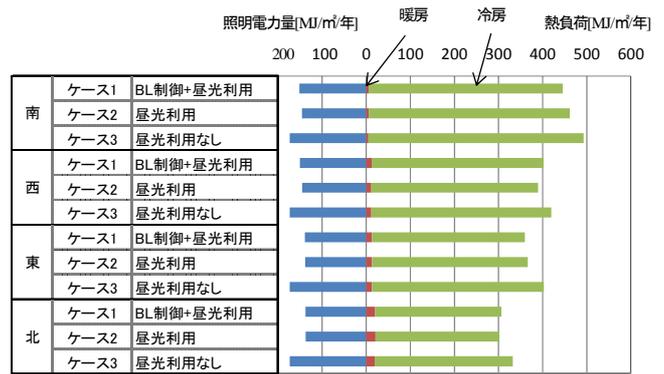


図-3 年間熱負荷、照明電力量(ペリメータ)  
(PMV制御)<sup>5)</sup>

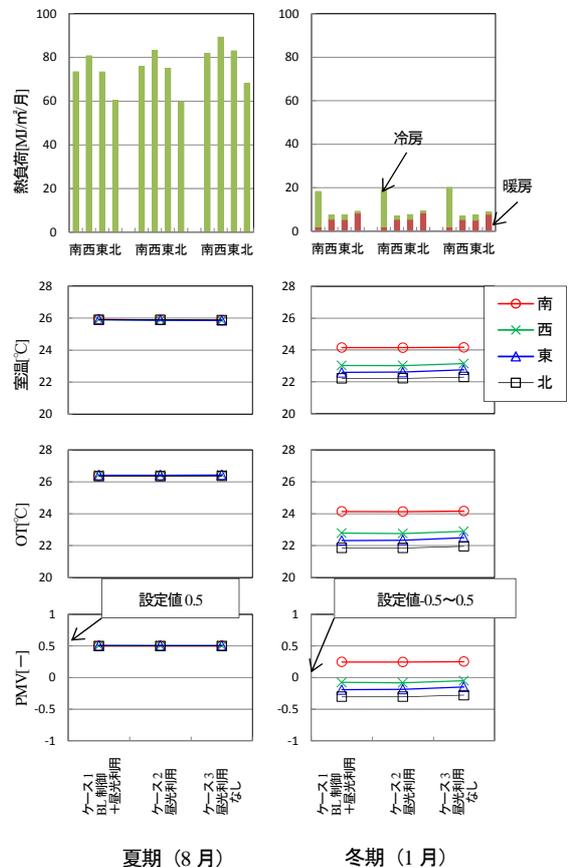


図-4 夏期、冬期のPMV制御時の温熱環境(ペリメータ)<sup>5)</sup>

※ 冬期の制御値が設定値からずれるのは、制御値に幅(動作隙間)を設定しているため。

### 3.2 制御設定値を基準設定から変えた場合

各制御設定値を基準設定から変えて、快適性と省エネルギー性が向上するように検討する。計算に用いた設定値を表-3に示す。

表-3 制御設定値

	夏期	冬期
室温制御 [°C]	24 ← (26) → 28	20 ← (22) → 24 → 26
OT 制御 [°C]	24 ← (26) → 28	20 ← (22) → 24 → 26
PMV 制御 [-]	(0) → 0.25 → 0.5	-0.5 ← -0.25 ← (0) → 0.5

( )は表-1の基準設定。冬期は表-1と同じ制御幅を設けている。

ケース1 (BL 制御+昼光利用)における計算結果を図-5 (夏期)、図-6 (冬期)に示す。図-4と同様、室温、OTおよびPMVは月間の空調運転時間の平均値としている。また、快適域として  $-0.5 \leq PMV \leq 0.5$  の補助線を記入している。

夏期は、各制御いずれも、方位に依らず、設定値を高くすると熱負荷が減少し省エネルギー性が向上するが、 $PMV > 0.5$  となり快適域を外れていく。

冬期は、設定値を高くすると冷房負荷が減少し暖房負荷が増加する。南は冷房主体のため、快適域の範囲 ( $PMV \leq 0.5$ ) では、設定値を高くすると熱負荷の絶対値 (冷房+暖房) が減少するが、暖房主体の北は、南と逆に暖房負荷が増えて熱負荷 (絶対値) が増加する。東、西は、設定値を高くすると熱負荷 (絶対値) がわずかに減少するが、ある値から増加に転じる。

省エネルギー性と熱的快適性の両立する設定値は、どちらを優先するかにより値が異なる (表-4)。表-4の設定値は、いずれの制御においても、省エネルギー性優先については、 $-0.5 \leq PMV \leq 0.5$  であればよい (-0.5や0.5まで許容) とし、快適性優先については夏期、冬期共、 $PMV=0$  の時として整理したものである。

### 4. まとめ

ブラインド制御時の省エネルギー性、熱的快適性 (室温、作用温度 (OT)、PMV) を検討した。制御設定値 (室温、OT、PMV) をパラメータとして、熱的快適性と省エネルギー性の両立する設定値を検討し、以下のような考察が得られた。なお快適域は  $-0.5 \leq PMV \leq 0.5$  とした。

- 熱的快適性と省エネルギー性の両立する設定値はどちらを優先するかにより値が異なる。
- 夏期は、方位に依らず、設定値を高くすると熱負荷が減少する。【省エネルギー性優先の場合の設定値：PMV=0.5、室温26°C】
- 冬期は、設定値を高くした時の熱負荷の変化が、方位に依り異なる。以下の【 】内数字は省エネルギー性優先の場合の設定値を示す。

- 南 (冷房主体)：夏期と同様、熱負荷が減少する。【PMV=0.5、室温25°C】
- 北 (暖房主体)：熱負荷が増加する。【PMV=-0.5、室温21°C】
- 東、西：熱負荷が減少から増加に転じる最小値がある。【PMV=0、室温23°C程度】

表-4 快適性と省エネルギー性の両立する設定値の考察

#### (a) 夏期

	省エネルギー性優先	快適性優先 (PMV=0)
室温制御	26°C	24.5°C
OT 制御	26.5°C	25°C
PMV 制御	0.5	0

#### (b-1) 冬期 (方位：南)

	省エネルギー性優先	快適性優先 (PMV=0)
室温制御	25°C	23°C
OT 制御	25°C	23°C
PMV 制御	0.5	0

#### (b-2) 冬期 (方位：北)

	省エネルギー性優先	快適性優先 (PMV=0)
室温制御	21°C	23°C
OT 制御	21°C	23°C
PMV 制御	-0.5	0

#### (b-3) 冬期 (方位：東、西)

	省エネルギー性優先	快適性優先 (PMV=0)
室温制御	23°C程度	23°C程度
OT 制御	23°C程度	23°C程度
PMV 制御	0	0

#### 【参考文献】

- 1) 一ノ瀬他：外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その15) 昼光利用および日射遮蔽制御の計算法、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集、pp. 2025-2028, 2007. 9
- 2) 一ノ瀬他：外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その25) 昼光利用照明計算について、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集、pp. 1101-1104, 2008. 8
- 3) 一ノ瀬他：外皮・躯体と設備・機器の総合エネルギーシミュレーションツール「BEST」の開発(その48) 昼光利用効果の感度解析、空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集、pp. 675-678, 2009. 9
- 4) BEST 平成25年省エネ基準対応ツール解説書第II編
- 5) 相沢他：建築エネルギー・環境シミュレーションツール BEST の開発第66報 ブラインド制御による作用温度、PMVの感度解析、日本建築学会大会学術講演梗概集、2016. 8 (投稿中)

#### 【謝辞】

本報は、(一財)建築環境・省エネルギー機構内に設置された産官学連携による環境負荷削減のための建築物の総合的なエネルギー消費量算出ツール開発に関する「BEST コンソーシアム」・「企画開発委員会(村上周三委員長)」および専門版開発委員会(石野久彌委員長)、統合化WG(石野久彌主査)の活動成果の一部であり、関係各位に謝意を表するものである。統合化WG 名簿(順不同) 主査：石野久彌(首都大学東京名誉教授)、委員：大西晴史(関電工)、木下泰斗(日本板硝子)、工月良太(東京ガス)、郡公子(宇都宮大学)、菰田英晴(鹿島建設)、佐藤誠(佐藤ER)、芝原崇慶(竹中工務店)、新武東(清水建設)、田中拓也(大成建設)、長井達夫(東京理科大学)、二宮秀典(鹿児島大学)、相沢則夫(大林組)、野原文男、長谷川巖、滝澤総、二宮博史、丹羽勝巳、久保木真俊、大浦理路(以上、日建設)、柳井崇、品川浩一、山本佳嗣(以上、日本設計)、事務局：生稲清久、石田真理(建築環境・省エネルギー機構)

