

オフィスの熱性能解析のための BEST シミュレーション
 (第3報) 空調方式と熱環境・室負荷特性

Simulations for Thermal Performance Analysis of Office Buildings by Using the BEST
 Part3 Characteristics of Thermal Environment and Thermal Load Dependent on Cooling and Heating Control Systems

正会員 石野 久彌 (首都大学東京大学院名誉教授) 正会員 郡 公子 (宇都宮大学大学院)
 学生会員 ○文 昴鍾 (宇都宮大学大学院) 学生会員 小林 信裕 (宇都宮大学大学院)

Hisaya ISHINO*¹ Kimiko KOHRI*² Kyungjong MOON*² Nobuhiro KOBAYASHI*²

*¹ Tokyo Metropolitan University *² Utsunomiya University

This paper analyzes the effects of space conditioning systems on the equipment loads and space thermal environments. Simulations were performed in cases of several set point temperatures for different clothing conditions and control methods such as space air temperature control and operative temperature control. A floor plenum supply air system with ceiling plenum return as well as systems with ceiling diffusers and with ceiling plenum return or interior zone return were also evaluated through simulations.

1. 序

本報では、室内環境制御方式や設定温度、吹出し・吸込み方式が室内環境や装置負荷に及ぼす影響を解析した。BEST では、ゾーンや空調機器をモジュールとして表現し、自由にモジュール接続を指定して空調システムシミュレーションを行うことが可能である。これを利用すると、床吹出し空調や天井リターン方式なども無理なく計算できる。また、空調時にはエキスプリシット法で解いているため、検知する温度の指定を変えるだけで、室温制御でも作用温度制御でも同様に計算することができる。本報では、まず室内環境制御法として、室温制御と作用温度制御について、設定温度や着衣量を変化させた場合の特性を解析した。次に、空間を居住域、天井空間、二重床空間に分割した建物モデルを設定し、天井吹出し・天井リターン方式、天井吹出し・居住域リターン、床吹出し・天井リターン方式の比較を行った。

2. 室温制御と作用温度制御の特性解析

2.1 計算ケース

計算ケースを表1に示す。室内環境制御法、着衣量、設定温度は室内環境快適性に大きく影響する。環境制御法としては室温制御と作用温度制御を比較した。

表1 ケーススタディの諸条件

空調制御要素	着衣量(clo)		設定温度(°C)	
	夏季(6-9月)	冬季(12-3月)	夏季	冬季
(a) 室温制御	0.6	0.85	24	24
(b) 室温制御	0.5	0.95	25	23
(c) OT制御	0.6	0.85	26	22

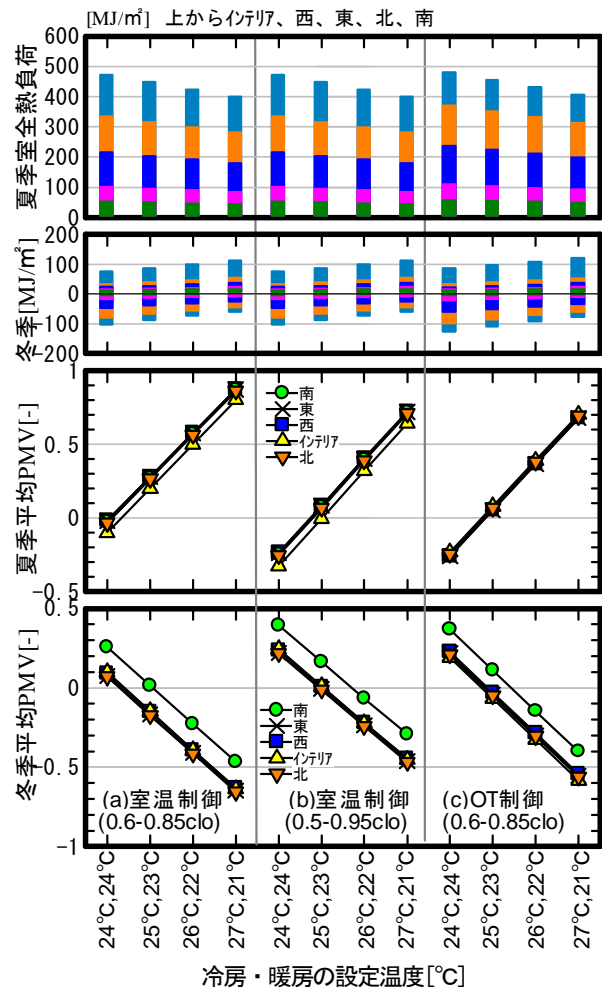


図1 室温制御・作用温度制御の期間別負荷と平均PMV

2.2 解析結果

各ケースの期間別負荷と平均PMVを図1に示す。平均PMVが0となる室温制御での設定室温は、着衣量が夏季0.6cloのとき24~24.3℃、冬季0.85cloのとき23~23.7℃であることがわかる。着衣量を夏季0.5clo、冬季0.95cloにすると、平均PMVがゼロとなる設定室温は夏冬とも0.7K程度緩和される。着衣量を変えずに作用温度制御にした場合も平均PMVがゼロとなる設定作用温度は室温制御設定室温より0.7K程度緩和した値となる。積算負荷では夏季冷房(設定温度が暖房26℃、冷房22℃)において、室温制御時420MJ/m²に比べ、作用温度制御時には2%大きかった。冬季暖房負荷では、室温制御90MJ/m²に対して作用温度制御時は約10%大きかった。

また、夏季冷房において設定温度を1K下げると、冷房負荷が約6%ずつ増えることがわかった。作用温度制御時は日射を受けるペリメータゾーンの空調供給熱量が大きいと、夏季冷房負荷においてインテリアゾーン負荷の占める割合が少なくなっている。室温制御時のインテリアゾーンの負荷が約30%に比べ、作用温度制御では23%を占めている。

図2に室温制御と作用温度制御の時刻変動特性を示す。夏季西ゾーンのPMVは、冷房負荷が大きくなると、室温制御の場合に高くなるのに対して、作用温度制御の場合はやや低くなる。また、夏季インテリアゾーンPMVは、室温制御時に時刻変動が少ない。これは、冷房負荷が大きいほど成行きの除湿量が増して絶対湿度が低く

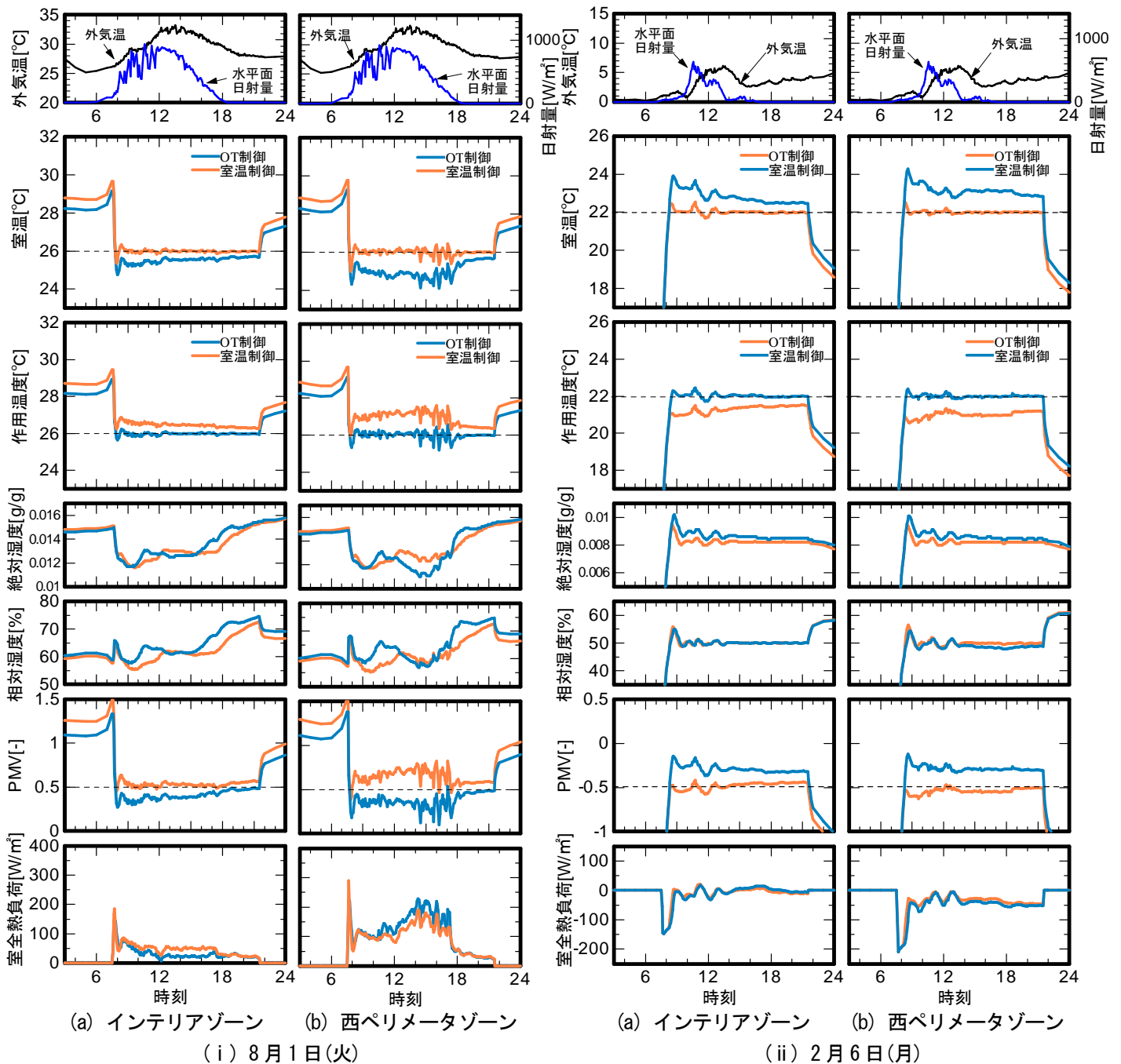


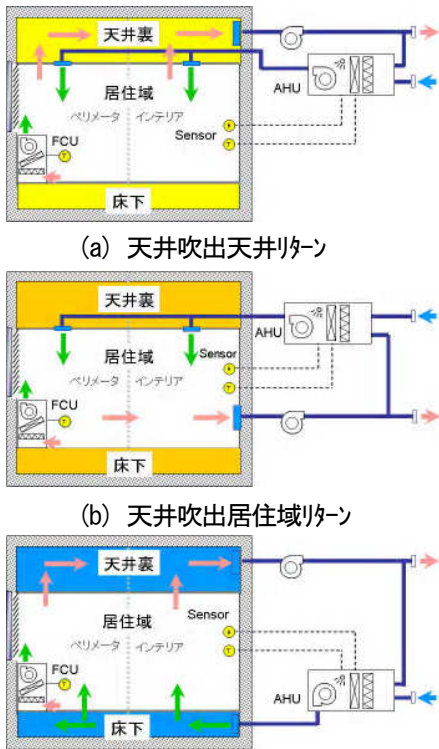
図2 室温制御と作用温度制御による室内環境の時刻変動特性比較

なることが原因している。作用温度制御の場合はインテリアゾーンとペリメータゾーンに室温差が生じるため、夏季冬季ともインテリアゾーン負荷は室温制御のときより小さい。

図3、4にPMV度数分布図を示す。作用温度制御時のPMV分布は、室温制御時に比べ、インテリアゾーンとペリメータゾーンの差が小さい、最頻度数が夏季には小さく、冬季には大きくなるのが分かる。

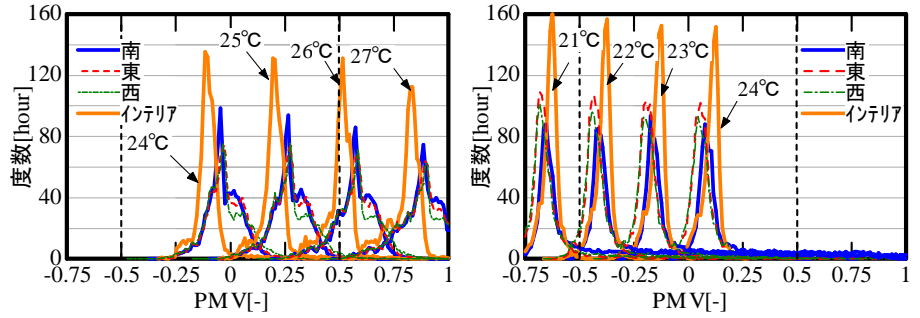
3. 吹出し・吸込み方式の特性解析

3.1 計算ケース 図5に示す天井吹出・天井リターン、天井吹出・居住域リターン、床吹出・天井リターンの3方式の比較を行った。建物モデルは、居住域、天井空間、二重床空間をそれぞれ別々に扱い、南室で計12空間とした。床吹出方式の場合、AHUからは、インテリア、東、西ゾーンの床内に冷温風が供給される。南ゾーンへはインテリアから南ゾーンの床内を経由して室内に吹出される。どの方式もペリメータ



(c) 床吹出天井リターン

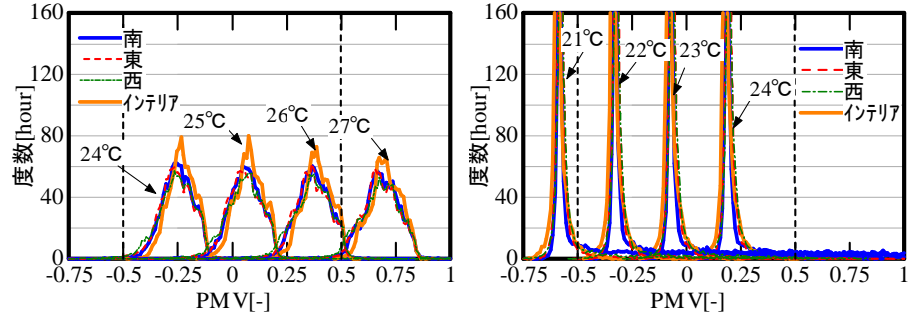
図5 各空調方式の空気ループ模式図



(a) 夏季(6-9月)

(b) 冬季(12-3月)

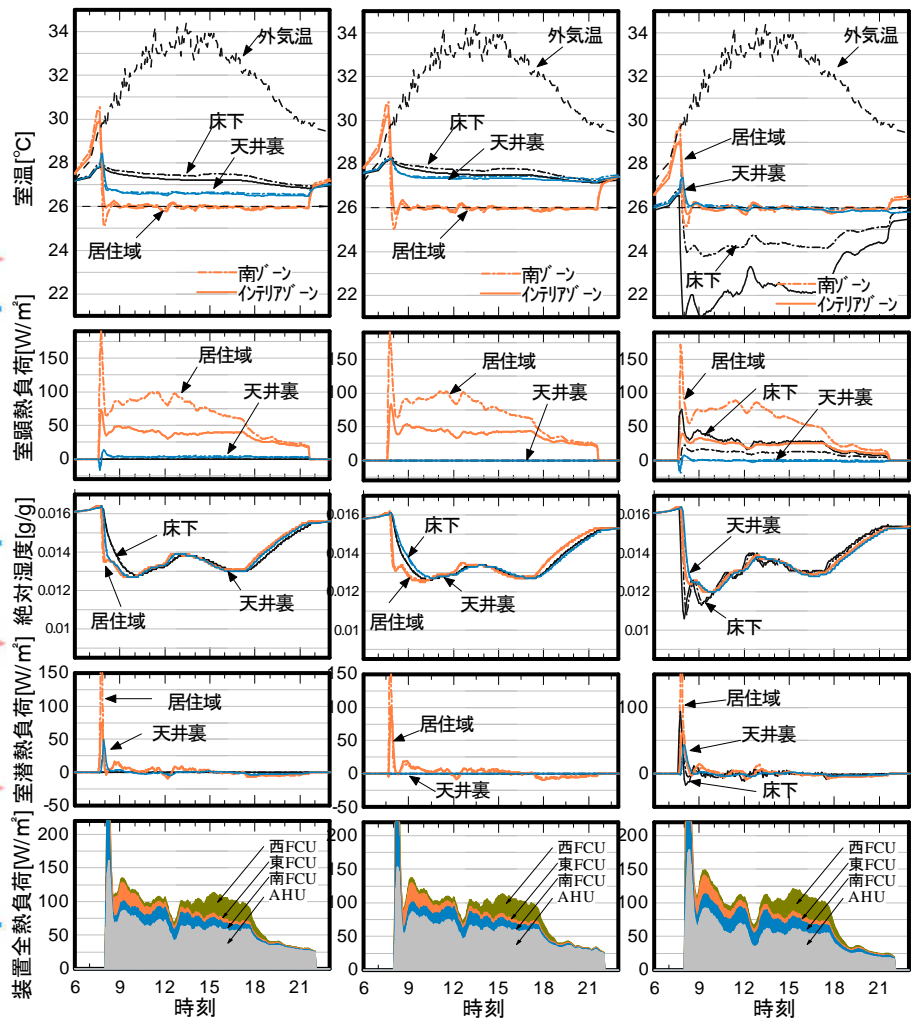
図3 室温制御時(0.6-0.85clo)のPMV度数分布



(a) 夏季(6-9月)

(b) 冬季(12-3月)

図4 作用温度制御時(0.6-0.85clo)のPMV度数分布



(a) 天井吹出天井リターン (b) 天井吹出居住域リターン (c) 床吹出天井リターン

図6 夏季代表日(7/28)における室内環境・装置負荷の時刻変動特性

ゾーンにはFCUが併用されている。

3.2 解析結果

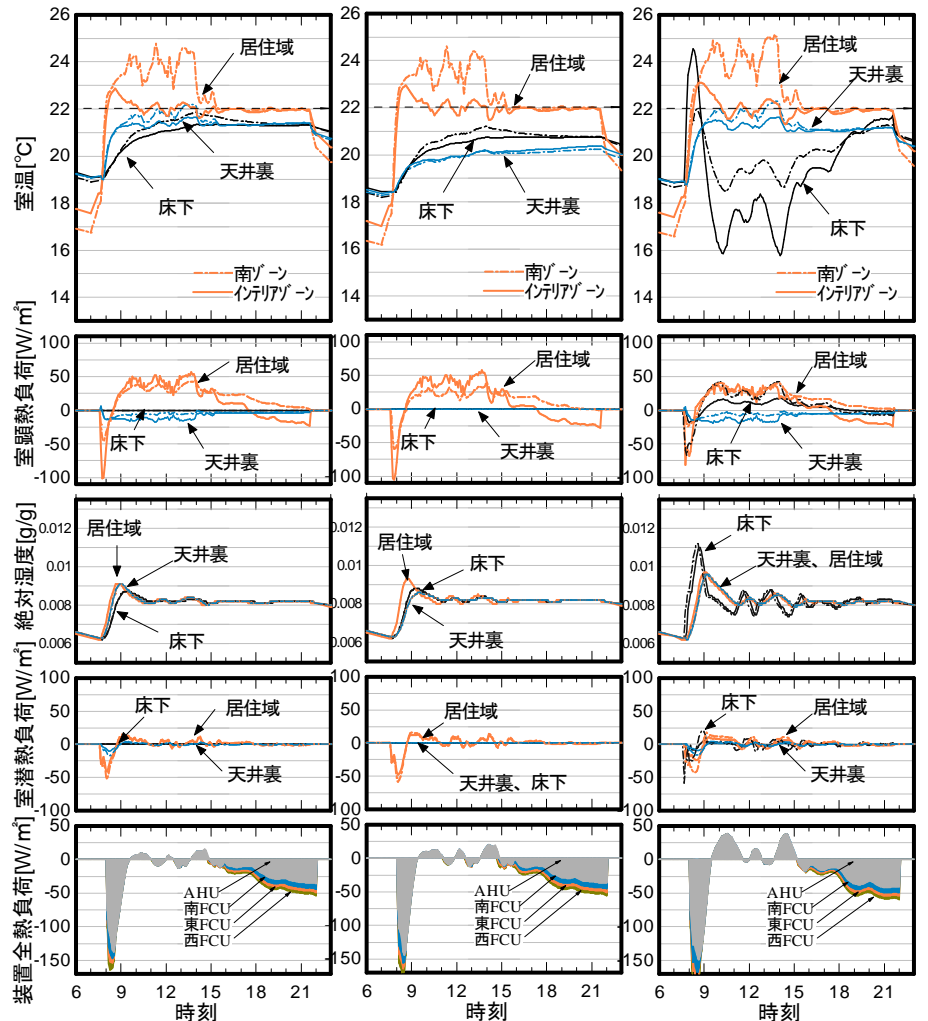
図6、7に3方式の時刻変動特性を示す。天井吹出天井リターン方式では、空調時の天井裏室温と居住域設定室温の差は夏季冬季とも0.5~1Kとなることが多い。床吹出天井リターン方式では、上階の床吹出の影響から、天井吹出天井リターン方式の天井裏室温よりやや低い。床吹出方式の夏季の非空調時天井裏・床下室温は、他方式より1.5K程度低く、床下空調の蓄熱効果が確認できる。また、夏季午前中の冷房負荷が他方式より大きく、その影響で湿度が低い。南ゾーン床下には、空調機からの吹出空気がインテリアゾーンを經由して到達するため、インテリアゾーン床下より温度が高い。結果的に床吹出方式は、他の方式に比べAHU負荷が小さく、南ゾーンFCU負荷が大きい。冬季の床吹出方式の床下温度から、空調開始後1時間程度は暖房だが、以降は冷房であることがわかる。

月別、年間・期間別装置負荷を図8に示す。装置種類の内訳を示す図のほか、装置の処理した室負荷・外気負荷別積算値も示した。天井吹出・天井リターン方式を基準とすると、年間冷房装置負荷は、居住域リターン方式で2%、床吹出方式で11%増となり、年間暖房負荷は、居住域リターン方式はほぼ同じ、床吹出方式で10%増となった。居住域リターン方式の負荷が天井リターン方式より小さくならなかった理由は、外気負荷の増加にある。

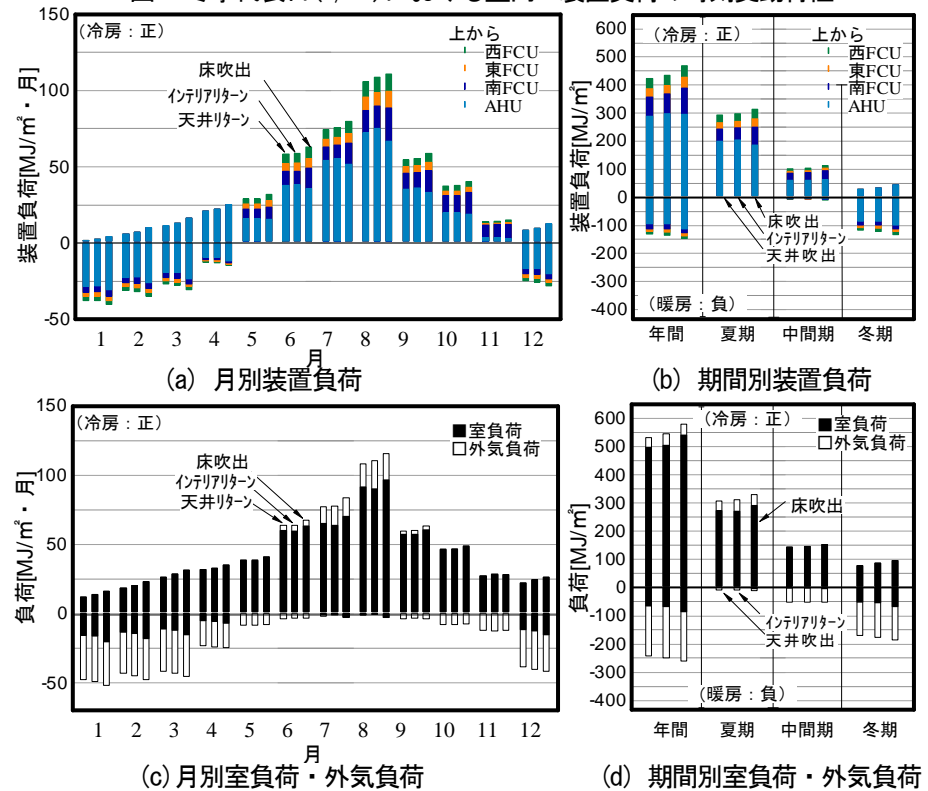
4. 結

室温制御と作用温度制御、空調吹出・吸込方式の違いによる室内環境・負荷への影響を明らかにするとともに、BESTの有用性を確認することができた。

【文献】文・飯田・郡・石野：シミュレーションBESTによるオフィス熱負荷・熱環境解析 第2報、第3報、日本建築学会大会学術講演梗概集D-2、2008.9



(a) 天井吹出天井リターン (b) 天井吹出居住域リターン (c) 床吹出天井リターン
図7 冬季代表日(1/27)における室内・装置負荷の時刻変動特性



(a) 月別装置負荷 (b) 期間別装置負荷 (c) 月別室負荷・外気負荷 (d) 期間別室負荷・外気負荷
図8 各空調方式による空調装置負荷