

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104)  
個別分散型潜熱顕熱分離空調システムのケーススタディ

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST(Part104)  
Case study of the packaged air-conditioning system which separated latent heat and sensible heat

正会員○大西 晴史 (関電工) 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 長井 達夫 (東京理科大学) 技術フェロー 石野 久彌 (首都大学東京名誉教授)

Haruhito ONISHI\*<sup>1</sup> Shuzo MURAKAMI\*<sup>2</sup> Tatsuo NAGAI \*<sup>3</sup> Hisaya ISHINO\*<sup>4</sup>

\*<sup>1</sup>Kandenko Co.,Ltd. \*<sup>2</sup> Institute for Building Environment and Energy Conservation

\*<sup>3</sup> Tokyo University of Science \*<sup>4</sup> Tokyo Metropolitan University

These days, in large-scale building, various energy-saving technologies are introduced and energy saving is progressing. However, in a middle-scale and the small building, it is not readily to advance. In the middle and small-scale building, the multiple packaged air conditioning unit system which doesn't need a air conditioning machine room is the mainstream. And It is paid attention to the One of energy-saving technologies of a separate dispersed air-conditioning system, which combined the high sensible heat type multiple packaged air conditioning unit system and the humidity control type outdoor arrangement. This report introduces a calculation example using "the BEST professional edition". It is useful In the middle and small-scale building, as an energy evaluation tool at the time of the air-conditioning system design.

1. はじめに

昨今、大規模ビルでは、様々な省エネ技術が導入され、省エネ化が進んでいるが、中小規模のビルでは、なかなか進んでいないのが現状である。

中小規模のビルでは、空調機械室を必要としない個別分散型の空調システムが主流であり、個別分散型空調システムの省エネ技術の一つとして高顕熱型ビルマルチと調湿外気処理機を組み合わせた潜熱顕熱分離空調システムが注目されている。

本報では、中小規模ビルでの空調システム設計時におけるエネルギー評価ツールとして BEST 専門版を使用する計算事例について紹介をする。

2. 入力条件

2.1 建物入力条件

モデル化の参考とした建物は、東京都墨田区にある地上5階建て、床面積約 4,200m<sup>2</sup>の事務所ビルで、西面にコア、東面の窓にエアフローウインドウ(以下 AFW)を有しており、この建物の基準階をモデル化の対象とした。基準階のゾーニング、ゾーン面積、部材構成を図-1 に、躯体条件を表-1、内部発熱条件を表-2 に示す。空調機器の配置は、ビル用マルチ室内機+調湿外気処理機(以下 BM+DEC)を図-1 上図のように各ゾーン毎に配置した。従来型の空調システムとのシミュレーション比較を行うために、ビル用マルチ+全熱交換器(加湿器付)(以下 BM+HEX)を図-1 下図に示すように配置したものもシミュレーションを行う。

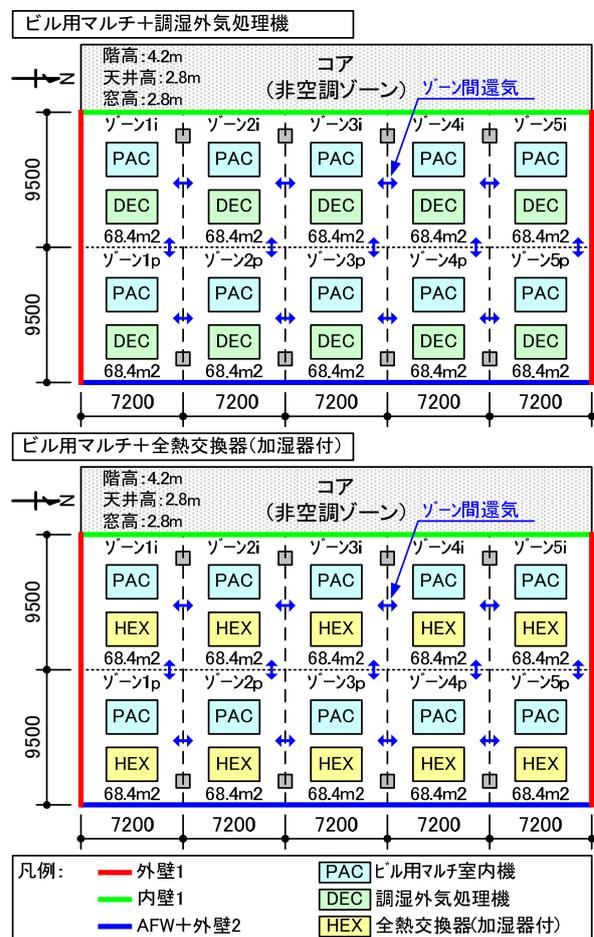


図-1 建物基準階平面図 単位: mm

表-1 躯体条件

外壁 1	ALC板 120mm、スチレン発砲板(押出) 30mm、非密閉中空層、石膏ボード 22mm
外壁 2	アルミニウム 3mm、岩面保温材 30mm、非密閉中空層、アルミニウム 3mm
内壁 1	石膏ボード 22mm、非密閉中空層、石膏ボード 22mm
窓	窓タイプ: エアフローウインドウ ガラス: 高性能熱反射シルバー系(SS8) 6mm ブラインド: 明色

表-2 内部発熱条件

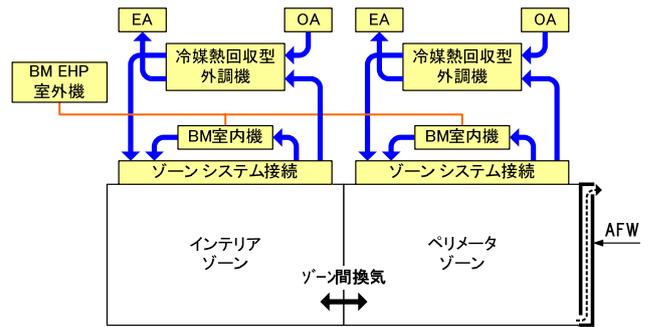
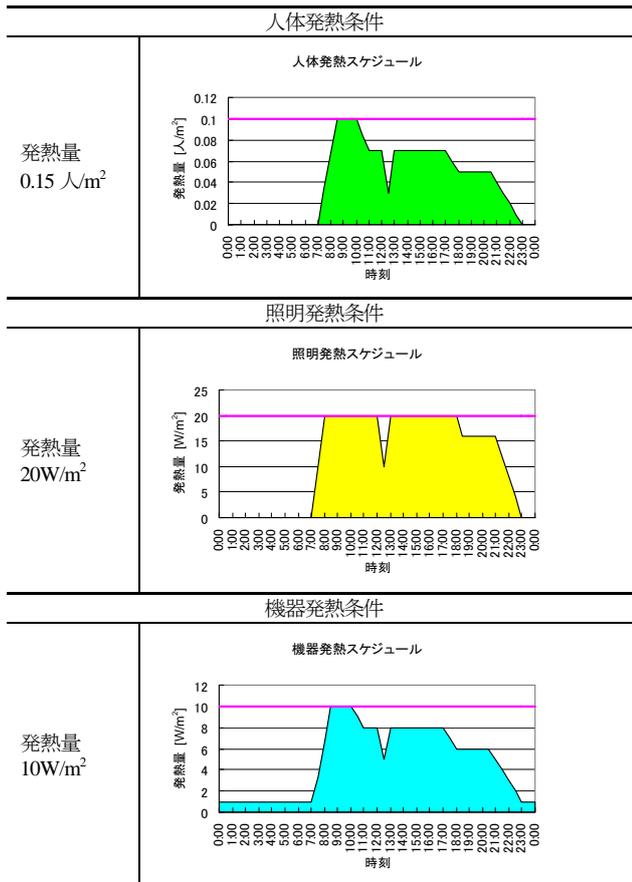


図-2 空調システムの構成(BM+DEC)

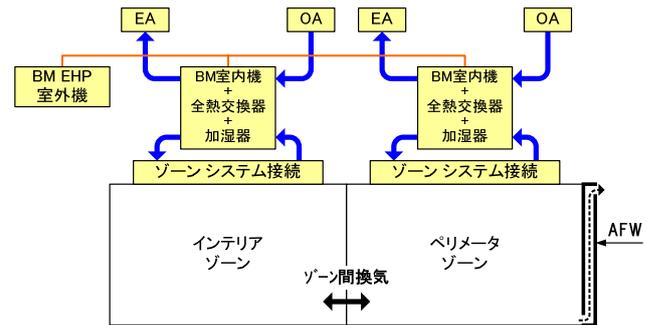


図-3 空調システムの構成(BM+HEX)

表-3 機器仕様(BM+DEC)

空調機 ビル用マルチエアコン	<b>室外機</b> 冷房能力 : 21.0kW 暖房能力 : 24.0kW 消費電力 冷房: 4.6kW 暖房: 6.0kW
	<b>室内機</b> 冷房能力 : 10.19kW 暖房能力 : 18.0kW 風量 : 2.760m <sup>3</sup> /h 消費電力 冷房: 0.4kW 暖房: 0.375kW
調湿外気処理機	風量 : 500m <sup>3</sup> /h 除湿冷房: 全熱 5.5kW、顕熱 0.9kW 加湿暖房: 全熱 7.1kW、顕熱 4.4kW 加湿量 : 3.78kg/h 消費電力 冷房: 1.10kW 暖房: 1.54kW

表-4 機器仕様(BM+HEX)

空調機 ビル用マルチエアコン	<b>室外機</b> 冷房能力 : 33.5kW 暖房能力 : 37.5kW 消費電力 冷房: 10.1kW 暖房: 10.1kW
	<b>室内機</b> 冷房能力 : 16.0kW 暖房能力 : 18.0kW 風量 : 2.760m <sup>3</sup> /h 消費電力 冷房: 0.4kW 暖房: 0.375kW
全熱交換器 (加湿機能付)	風量 : 500m <sup>3</sup> /h 全熱交換器効率: 60% 加湿量 : 3.78kg/h 消費電力 冷房: 0.226kW 暖房: 0.226kW

## 2.2 設備入力条件

空調機器の配置を図-1、BM+DEC のシステム構成を図-2、BM+HEX のシステム構成を図-3、BM+DEC の機器仕様を表-3、BM+HEX の機器仕様を表-4、運転条件を表-5、今回使用した計算モジュールおよび計算テンプレートを表-6に示す。BM+DEC 空調システムは、1スパン単位で構成し、ビルマルチ室内機および調湿外気処理機を各ゾーン毎に配置した。BM+HEX 空調システムも同様の配置を行った。

## 2.3 計算条件

計算条件を表-7に示す。気象データは、2006年東京BEST気象データ(1分値)を使用した。計算間隔は5分、計算期間は、1/1~12/31、助走計算20日とした。今回の計算は、BEST-P 1204(2012/05/15版)を使用した。

表-5 運転条件

運転スケジュール	8:00~22:00
冷暖房期間 スケジュール	冷房：5/1~11/30 暖房：12/1~4/30
温度目標値	冷房：26℃ 暖房：22℃
湿度目標値	冷房：60% 暖房：40%

表-7 計算条件

気象データ	2006年 東京 BEST 1分値
計算間隔	5分間隔
計算期間	1/1~12/31 (助走計算20日)
使用バージョン	BEST-P 1204 (2012/05/15版)

### 3. 計算結果

#### 3.1 室内環境

各空調システムの室内環境(代表ゾーン 3p,3i)のシミュレーション結果(代表日)を図-4,5に示す。

冷房時の BM+DEC(図-4 左図)は、空調時間帯に温度、湿度とも目標値付近の値を示しており、良好に制御されている。BM+HEX(図-4 右図)では、温度は、目標値付近で制御されているが、湿度は、成り行きでの潜熱処理となるため、目標値まで達していない結果を示した。

暖房時の BM+DEC(図-5 左図)は、空調時間帯に湿度は、目標値付近の値を示しており、概ね良好に制御されている。温度は、調湿外気処理機の加湿時における発生熱が大きいため過加熱となり、目標値より高い室内温度を示した。

表-6 使用計算モジュールおよび計算テンプレート

基本モジュール	Stop and Run 空調記録 計算結果の記録の指定 200803
気象モジュール	システム用気象(外気,雨水,日射,風)
ゾーン接続モジュール	ゾーン システム接続用 20101111
ビル用マルチ室外機	テンプレート BM EHP 室外機 20101212 ※内部モジュール ・tmビル用マルチ out EHP 室外機 20101212 ・tmビル用マルチ out tm 外気(BestAir)20080909 ・tmビル用マルチ out エネルギー系媒体観測 用途別 20090808 ・tmビル用マルチ out 空調機制御 20101212
ビル用マルチ室内機	テンプレート BM EHP 室内機 20101212 ※内部モジュール ・tmビル用マルチ in PID 制御3mode 自動調整(観測対象ZoneEnv)20101212 ・tmビル用マルチ in tm 外気(BestAir)20080909 ・tmビル用マルチ in エネルギー系媒体観測 用途別 20090808 ・tmビル用マルチ in 室内機 20101212 ・tmビル用マルチ in 空調機制御 20101212
調湿外気処理機	テンプレート PAC 冷媒回収型外調機 20101212 ※内部モジュール ・tmビル用マルチ in PID 制御3mode 自動調整(観測対象ZoneEnv)20101212 ・tmビル用マルチ in tm 外気(BestAir)20080909 ・tmビル用マルチ in エネルギー系媒体観測 用途別 20090808 ・tmビル用マルチ in 室内機 20101212 ・tmビル用マルチ in 空調機制御 20101212
全熱交換器加湿器	テンプレート BM EHP 室内機 20101212 ・tmビル用マルチ in 室内機 20101212 モジュール内の設定項目を使用。

BM+HEX(図-5 右図)では、温度、湿度とも目標値付近の値を示しており、良好に制御されている結果を示した。

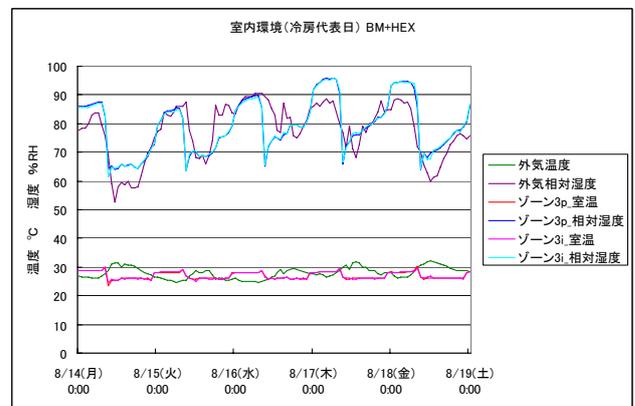
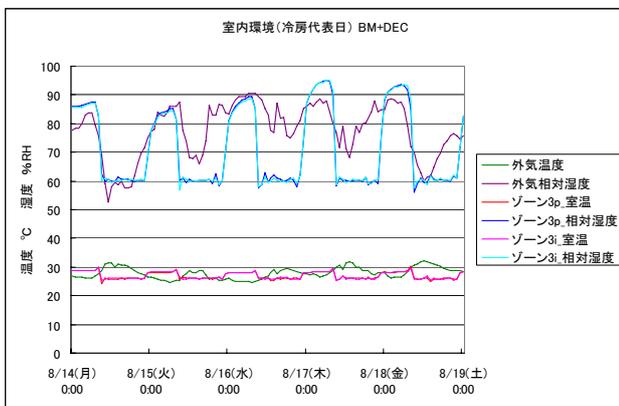


図-4 室内環境代表日(冷房)(ゾーン 3p, ゾーン 3i)(左図:BM+DEC, 右図:BM+HEX)

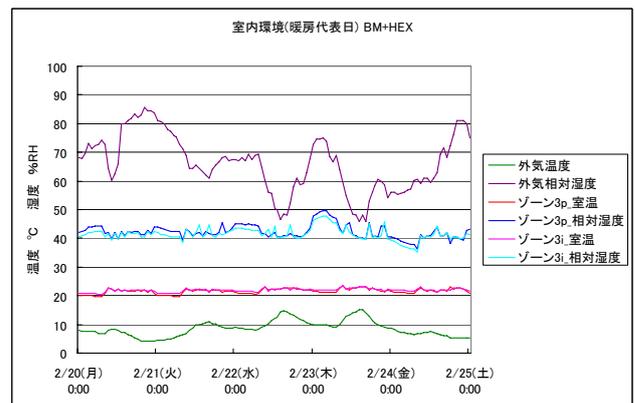
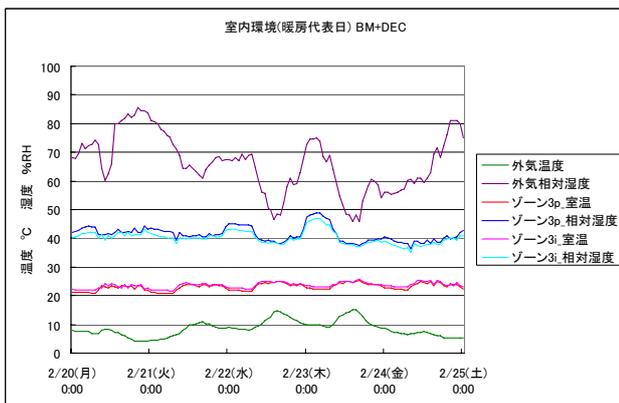


図-5 室内環境代表日(暖房)(ゾーン 3p, ゾーン 3i)(左図:BM+DEC, 右図:BM+HEX)

### 3.2 空調エネルギー

各空調システムの空調エネルギーのシミュレーション結果を図-6,7,8に示す。

冷房時の BM+DEC(図-6)は、潜熱負荷を調湿外気処理機が約 40%、ビル用マルチが約 60%を処理する結果となった。これは、今回使用したビル用マルチの計算モジュールが、標準型を使用しているため、潜熱処理も行う計算結果を示したと考えられる。従来型の BM+HEX(図-7)では、ビル用マルチが、全ての潜熱負荷の処理を行うが、BM+DECでは、ほとんどの潜熱負荷を調湿外気処理機が処理することが理想的である。そのようなシミュレーションを行うためには、現在 BEST 専門版の機能に実装されていない高顕熱型ビル用マルチの計算モジュールが必要となる。それが実装されることで理想的なシミュレーションが可能になると考えられる。

暖房時の BM+DEC(図-6)においては、調湿外気処理機の加湿時における発生熱が大きいため、ビル用マルチは、ほとんど熱処理を行っていない結果となった。BM+HEX と比較すると、暖房負荷が大きくなっているが、これは、調湿外気処理機の加湿時における発生熱により、過加熱となっていることが影響していると考えられる。

消費電力においては、図-8 に示すように、BM+HEX と BM+DEC で冷房、暖房とも年間消費電力で大きな違いは現れなかった。

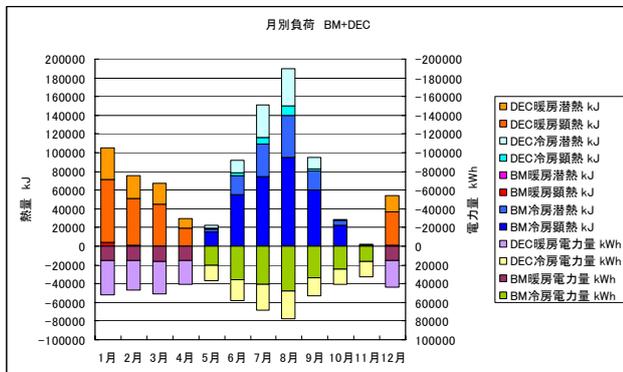


図-6 月別負荷(BM+DEC)

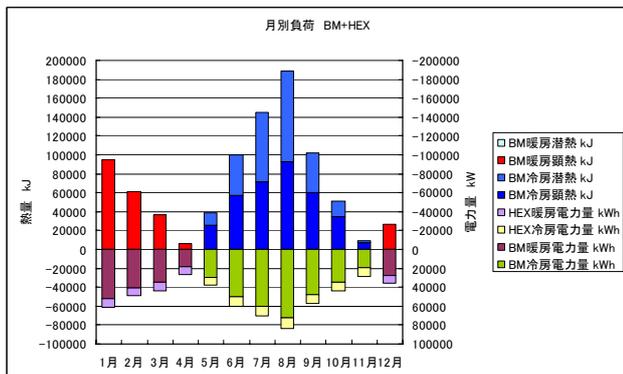


図-7 月別負荷(BM+HEX)

冷房時の BM+DEC は、今後、ビル用マルチを高顕熱型で計算できれば、エネルギー消費を低減した計算結果が得られると考えられる。

暖房時の BM+DEC は、ビル用マルチが、ほとんど熱処理を行わないため、室内機の発停制御や FAN 制御をうまく行うことでエネルギー消費を低減した計算結果が得られると考えられる。

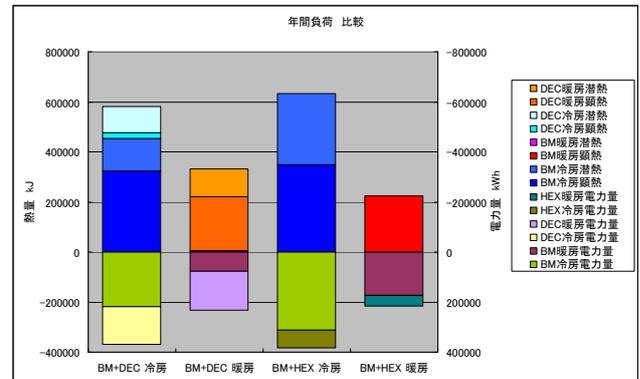


図-8 年間負荷の比較

### 4. まとめ

今回の報告では、個別分散型の潜熱顕熱分離空調システムについて、シミュレーション検証を行った。従来方式の個別分散型空調システムとのシミュレーション結果の比較を行うことで、空調時の室内環境、熱処理方法、消費エネルギーの違いを検証できることがわかった。

今後、高顕熱型のビル用マルチ計算モジュールが実装されることで、より実システムに近いシミュレーション結果が得られることを期待する。

#### 【謝辞】

本報は、(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」・「BEST 企画委員会(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)、行政支援ツール開発委員会(坂本雄三委員長)、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: 一ノ瀬雅之(首都大学東京)、内海康雄(宮城工業高等専門学校)、大西晴史(関電工)、木下泰斗(日本板硝子)、木本慶介(大林組)、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(佐藤エネルギーリサーチ)、芝原崇慶(竹中工務店)、新武康(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)、保木栄治(東京電力)、野原文男、二宮博史、丹羽勝巳、長谷川巖、久保木真俊、田端康宏(以上、日建設)、柳井崇、品川浩一(以上、日本設計)、事務局: 生稲清久、石田真理(以上、建築環境・省エネルギー機構)

#### 【参考文献】

- 1) 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60)大温度差空調システムへの適用ケーススタディ、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, 2009.09 (大西晴史他)
- 2) 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84)仮設調整テンプレートを利用した空調設計、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集, 2011.09 (二宮博史他)