

## 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78報 各種ツールの進展と省エネ傾向の推定

正会員 ○石野 久彌\*1 同 村上 周三\*2  
同 二宮 秀典\*3 同 宮田 征門\*4  
同 郡 公子\*5 同 長井 達夫\*6  
同 大塚 雅之\*7 同 秋元 孝之\*8  
同 柳原 隆司\*9 同 牧村 功\*10  
同 野原 文男\*11 同 滝澤 総\*12

BEST エネルギー消費量 換気制御

### 1. 序

BEST プログラム (Building Energy Simulation Tool)は、2008年に専門版初版を発表して以来、エンジンの機能拡充とともに用途の異なる複数のユーザーインターフェースを開発してきた。研究開発用の専門版のほか、省エネ計画書作成支援ツール(2009年初版)、簡易版(2010年初版)、省エネ基準対応ツール(2013年初版)があり、2017年にはスマートウェルネス住宅の実現を支援する住宅版初版をリリースした。本報では、最近の開発状況を報告し、さらにオフィスビルの省エネ傾向の推定を試みた。

### 2. 最近1年間の開発状況

開発状況を表1に示す。省エネ基準対応ツールは、誘導基準認定用の国交大臣が認めるプログラムを目指し、関係機関との調整を続けている。プログラムの調整が終了し解説書の調整段階である。住宅版は初版発表後も、入出力機能と住宅用設備機器の計算機能拡充のための開発を続けている。また、新たに開発したエクセルを利用する専門版入力支援ツールは、公開間近である。

### 3. 建物高性能化と省エネ換気制御の効果推定

オフィスビルは、発熱密度の増大とともに外気利用手法である外気冷房や自然換気が普及してきた。現在は局

面が変わり、ファサードの高性能化と照明・機器発熱の低減が進みつつある。そこで、建物性能(ここではファサードの断熱気密性・日射遮蔽性と内部発熱)の変化により、外気の利用手法と抑制手法(最小外気量制御と全熱交換器)の装置負荷低減効果がどのように変化するかを、地域性も考慮して数値計算により推定した。図1より、外気利用による全熱負荷低減量は、高発熱・低断熱の温暖地型低性能建物を基準にすると、中発熱・高断熱の基準建物は倍近い値に増えるが、低発熱・超高断熱・超高日射遮蔽の温暖地型高性能建物では半分近い値に減少する。高性能建物は、外気利用による負荷低減は小さいが外気抑制によるものは大きく、両者合わせた全熱負荷低減率は都市により40~60%と非常に大きい。そのほか、温暖地では外気利用による加湿負荷増大の逆効果がある、外気抑制手法の冷房負荷低減量は、寒冷地ではほとんどなく、温暖になるほど大きくなるが大部分は潜熱であることなどがわかる。

### 4. 結

最近1年間の開発状況を報告するとともに、今後の建物の高性能化と自然換気・機械換気の省エネ制御の効果の変化を推測した。

表1 BESTの開発状況(最近1年間)

項目	開発・ユーザ支援内容
省エネ基準対応ツール	①機能拡充: 誘導基準認定用を申請用ツールと設計用ツールに分離、申請用ツールは一部の機能制限、PAL-BESTの計算機能、換算係数の追加、設計用ツールはEPW、WEADACデータの利用機能追加、最大負荷計算機能追加(開発中) ②検証: 各種意見収集、実物件入力テスト ③「国土交通大臣が認めるプログラム」を目指す検討: PAL*とPAL-BEST、一次エネルギー計算におけるWEBツール(PAL*/一次エネルギー消費量算定プログラム)とBESTの詳細比較、WEBツールの結果と整合させる換算係数の検討、操作編解説書、理論編解説書の修正
住宅版	①UIの開発: 入力条件の一覧・詳細出力の機能追加等(開発中) ②機能拡充: 地中温度整備、新しい材料登録、浴室暖房機・温水式床暖用ヒートポンプ給湯機の計算機能追加等 ③検証: 試行版のテスト実施 ④普及: シンポジウム、講習会3回の実施
専門版UI	①開発方針: 現UIの課題と新規UIの検討 ②表計算ソフト利用の入力支援ツール開発: エクセルで作成した入力データをエンジン入力データに変換し、さらにUIにインポートして計算実行するツールを開発。UIの機能拡充として、多数室入力に適した入力データの一覧性に優れる
気象	①データ拡充: EA気象データのEPWフォーマット版の公開、1分値標準年気象データの開発スタート
建築	①プログラム機能拡充: 外気導入制御の出力機能追加、XMLフォーマット整理と入力機能改良、CSVフォーマット気象データ読込機能の試行、光計算ツールとの連携試行 ②データ開発: 2010年版EA設計用気象データの検討 ③講習会: 内容更新と実施 ④妥当性・有用性確認: 自然換気併用中央式空調の省エネルギー効果、他ツールとの自然換気効果の比較、外気導入制御(外気冷房・最小外気量制御・全熱交換器)の地域適合性解析、性能チャートの提案、外皮性能との交互作用を考慮した評価
空調	①プログラム機能拡充: 機器モジュールの新規開発(個別型HP冷暖切替、熱回収空冷HPチラー、水熱源HPチラー等)・更新(空冷HPチラー、ボイラ・真空温水器等)、モジュール接続ノードチェック機能追加、テンプレート改良、テスト用テンプレート開発、グラフ表示モジュールの改良、各ゾーン空調給気風量算定ツールの開発等 ②マニュアル: マニュアル内容構成の改良、テンプレートリスト作成、各モジュールのマニュアルフォーマットの検討 ③講習会: 新規例題作成と講習会実施 ④検証: モジュールテスト、SHASEシミュレーション評価ガイドラインによるテスト
機器特性	①機器特性の調査: 電動機定格効率(IE3対応)・静止型全熱交換器ユニット・デシカント空調機・アクティブチルドビーム・パッケージ空調機の変風量制御・ファンコイルユニットの更新・追加調査(継続中) ②マニュアル整備: 真空温水ヒータ・貫流ボイラ・電動機定格効率・空調機組込み加湿器等のマニュアル整備 ③データベース構築法の公開: 中央および個別分散熱源機器のデータベース構築法の発表(論文)
蓄熱・蓄電	①検証: 大温度差水蓄熱・FCUシステムの数値解析、SHASEガイドラインによるテスト、NAS電池、RF電池についての実測値との照合、検証結果を反映するプログラム改良、②有用性確認・応用: BESTを用いた蓄電池容量の調整機能の考案
コジェネ	①検証・有用性確認: 詳細モデルによる蒸気利用CGS、デマンドレスポンス制御の数値解析 ②マニュアル更新 ③講習会: 内容更新と実施

Development of a Building Energy and Environment Simulation Tool, the BEST

Part 78 Progress of Various Tools and Prediction of Successful Energy-Saving Strategies

ISHINO Hisaya, et al.

【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)」およびプログラム開発委員会(石野久彌委員長)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。プログラム開発委員会名簿(順不同)委員長：石野久彌(首都大学東京名誉教授)、委員：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)、奥田篤(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)、二宮秀興(鹿児島大学)、相沢則夫(大林組)、野原文男、二宮博史、丹羽勝巳、長谷川巖、久保木真俊、飯田玲香(以上、日建設計)、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(以上、建築環境・省エネルギー機構)

表2 建物共通条件と省エネ換気制御の条件

項目	内容
気象	2010年版標準年EA気象データ
共通	[建物] 対象室:10階建てビル2階南室・北室(各室ベリメータ3・インテリア1ゾーン)・コア(非空調、ベリメータ奥行き:5m、ゾーン間換気量:250CMH/m [内部発熱] 在室者0.15人/m <sup>2</sup> [空調] 設定温湿度・熱処理:通年26℃・50%・冷却除湿、22℃・50%・加熱加湿、外気導入量:3.75CMH/m <sup>2</sup>
自然換気制御	有効換気口面積:0.005m <sup>2</sup> (外皮長さ)、換気時間:年間常時、下限外気温:空調時18℃、非空調時15℃、上限外気相対湿度:90%、上限外気露点温度:19℃、上限風速:10m/sec、冷房中も許可、下限室温:24℃
機械換気制御	[外気冷房] 下限外気温:10℃、外気露点温度:上限19℃・下限0℃、下限室温:24℃、最大外気量比:3 [最小外気量制御] 下限外気量比:0.25 [全熱交換器] 効率:60%、最小外気量制御併用時の下限外気量比:0.5

(注) 自然換気、外気冷房、全熱交換器は内外エンタルピ・内外温度チェックあり

表3 計算ケースと条件

(a) ファサード・内部発熱条件

ケース	条件
基準	窓面積率68%、遮熱Low-E複層ガラス一般窓、外壁断熱25mm、隙間風0.1回/h、照明10W/m <sup>2</sup> 、機器15W/m <sup>2</sup>
低性能	[共通] 一般窓、隙間風0.2回/h、照明15W/m <sup>2</sup> 、機器20W/m <sup>2</sup> [温暖地型] 熱反単板ガラス、外壁断熱13mm [寒冷地型] 透明複層ガラス、外壁断熱50mm
高性能	[共通] DSF単層タイプ、照明5W/m <sup>2</sup> 、機器10W/m <sup>2</sup> [温暖地型] 外側セラミックプリント白50%単板・内側高遮熱Low-E複層ガラス、外壁断熱100mm [寒冷地型] 内側窓面積率50%、外側透明単板・内側高遮熱Low-E複層ガラス、外壁断熱150mm、隙間風0.05回/h

(注) 1)記載のない条件は基準の条件と同じ 2)隙間風換気回数はベリメータ容積基準 3)DSF換気は夏・中間期は常時、冬は内部温度35℃以上の時 4)ブラインドは開閉操作あり

(b) 省エネ換気制御条件

ケース	条件
換気制御なし	自然換気・機械換気制御なし
外気利用	自然換気・外気冷房
外気利用・抑制	自然換気・外気冷房・最小外気量制御・全熱交換器

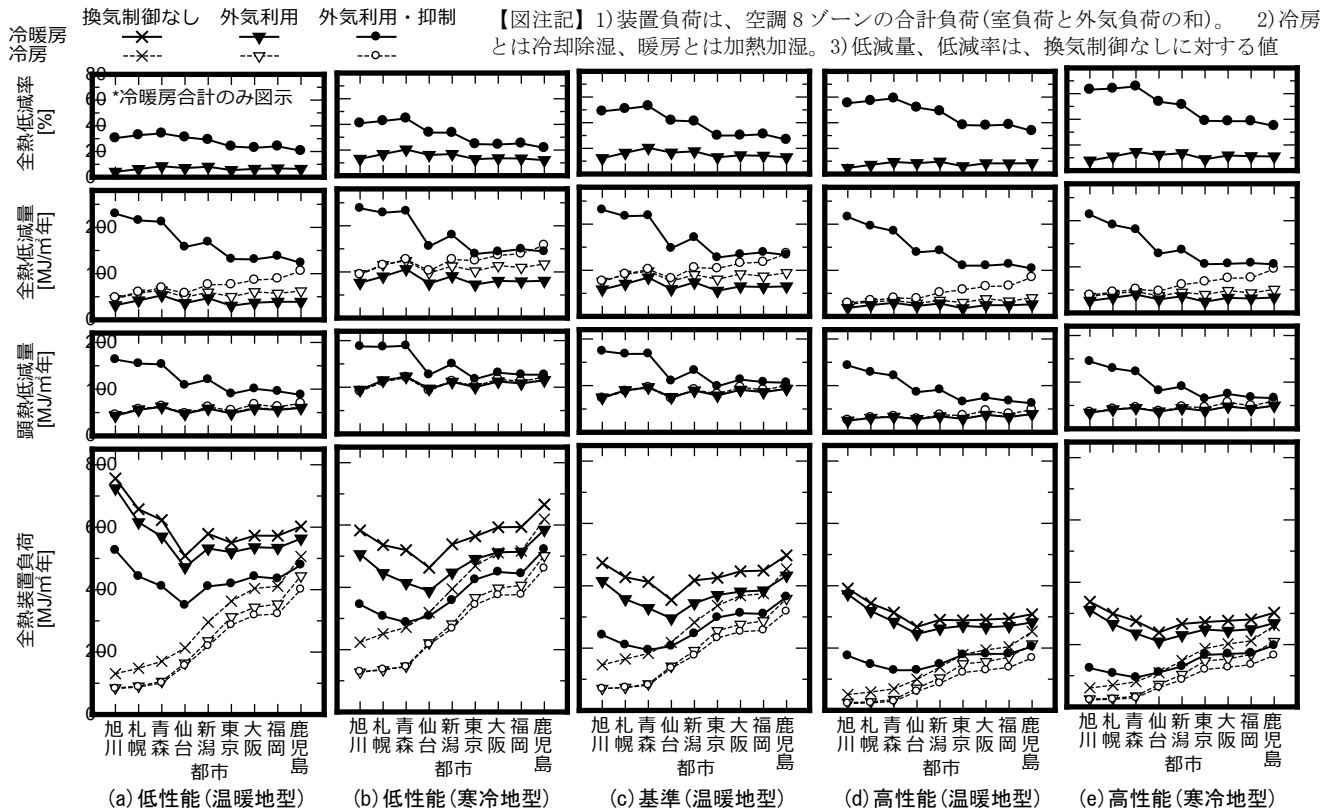


図1 建物性能(ファサード・内部発熱)と省エネ換気制御の負荷低減効果

\*1 首都大学東京 名誉教授 工博  
 \*2 建築環境・省エネルギー機構 理事長 工博  
 \*3 鹿児島大学 教授 工博  
 \*4 国土技術政策総合研究所 主任研究官 博士(工学)  
 \*5 宇都宮大学 教授 工博  
 \*6 東京理科大学 教授 博士(工学)  
 \*7 関東学院大学 教授 工博  
 \*8 芝浦工業大学 教授 博士(工学)  
 \*9 R Y環境・エネルギー設計 所長 博士(工学)  
 \*10 名細環境・まちづくり研究室  
 \*11 日建設計総合研究所 所長  
 \*12 日建設計

\*1 Prof. Emeritus, Tokyo Metropolitan Univ., Dr.Eng.  
 \*2 Chief Executive, IBEC, Dr.Eng.  
 \*3 Prof., Kagoshima Univ., Dr.Eng.  
 \*4 Senior Researcher, NILIM, Dr.Eng.,  
 \*5 Prof., Utsunomiya Univ., Dr.Eng.  
 \*6 Prof., Tokyo Univ. of Science, Dr.Eng.  
 \*7 Prof., Kanto-Gakuin Univ.,Dr.Eng.  
 \*8 Prof., Shibaura Institute of Technology, Dr. Eng  
 \*9 Director, R.Y. Environment & Energy Design, Inc.,Dr. Eng.  
 \*10 Naguwashi E & TP Lab.  
 \*11 President, Nikken Sekkei Research Institute  
 \*12 Nikken Sekkei Ltd