

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 89 報 最近の進展と住宅過酷環境の推定

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 住宅 非冷暖房室

1. 序

BEST プログラム (Building Energy Simulation Tool)は、初版をリリースして12年が経過した。本報では、最近1年間の開発状況を述べるとともに、BEST を用いる数値解析として、住宅に発生する恐れのある過酷な熱環境とその改善策の効果について報告する。

2. 最近1年間の開発状況

表1に、最近1年間の開発状況と今後の計画を示す。建築・設備ともに計算機能の拡張を継続している。設備については、ユーザの利便性の向上とともに、開発の継続・発展のためにモジュール解説書の整備に力を入れている。UIは、専門版及びその機能を補うツール、誘導基準対応ツール、設計ツール、住宅版の使用が可能で、その機能検証・拡張が継続されている。また、妥当性・有用性確認のため数値解析も活発に行っている。

3. 住宅非冷暖房室の過酷環境とその改善策の効果

住宅の非冷暖房室の熱環境の悪化は、熱中症や低体温症等の発症の原因ともなり得る。住宅の冷暖房時間帯ではなく非冷暖房時間帯の熱環境に注目する。そこで、断熱なしの低性能住宅について、非冷暖房室の過酷環境を、設計用気象条件を用いた日周期定常計算から推定す

るとともに、種々の改善策の効果を確認・評価した。図1の木造戸建住宅について、全く冷暖房しない和室と夜のみ冷暖房する寝室を評価対象とした。表1に計算条件と比較ケースを示す。蓄熱性を高める改善策として土壁のケースを加えた。図2は、基準ケースである低性能住宅の結果である。2タイプの夏期設計用気象条件での最高室温は、日射の強いJc-t基準で発生するが、WBGTの最高値は蒸暑気象のh-t基準で発生し、寝室は危険域の33℃、和室は嚴重警戒域上限の31℃付近の値となった。また、冬期の最低室温は厳寒乾燥気象で比較的日射の強いt-x基準の明け方に発生し、寝室は外気温にほぼ等しい0℃、和室は1K高い程度である。図3、4に改善策の効果の比較を示す。外皮断熱は、盛夏期にも効果があり最高室温を低下させるほか、室温応答を遅らせピークをずらす作用がある。冬期には、明け方の室温が大幅に上昇するのに対して、日中の室温上昇はそれほど大きくない。土壁は、冬期夏期ともに室温の日較差を抑える効果が認められる。夏期の単効果は、2F寝室は自然換気と断熱が同程度に大きく、1F寝室は自然換気が最も大きい。また、自然換気と断熱は、室間の室温差を小さくする効果がある。改善策を組合せると、寝室の最高室温は

表1 BESTの開発状況(最近1年間の成果と今後の計画)

項目	開発・ユーザ支援内容
省エネ基準対応ツール	(誘導基準対応ツール)①UI開発: Ver.3.0.1(試行版)のリリース ②機能拡充: 省エネ適判及び性能向上計画認定申請(誘導基準)への対応 ③ユーザ支援: 審査者向けマニュアルの確認、講習会のビデオ録画撮影 (設計ツール)①UI開発: Ver.3.0.1のリリース ②機能拡充: EPW、WEDACなどの世界の気象データ利用、詳細計算結果の出力機能の追加、Wellness OfficeにおけるBESTの活用に関する検討 ③ユーザ支援: 3回の講習会開催(今後の計画)最新プログラムリリース、計算機能拡充(デシカント空調、自然換気等)
住宅版	①UI開発: Ver.1.1.4のリリース ②機能拡充: 一括計算機能の追加、入力容易性と利便性を増す改良、BEST-H簡易版の入力項目及び画面イメージの検討、スマートウェルネス住宅と連携した詳細検討 ③ユーザ支援: 講習会の開催 (今後の計画)最新版リリース、BEST-H簡易版の実装
専門版UI	①新UI開発: 一覧機能を重視する共通・建築画面の開発 ②表計算ソフト利用の入力支援ツール開発: 支援ツールのテスト、専門版UIへのインポート機能テスト (今後の計画)正式リリースと利用促進
建築	①プログラム機能拡充: 2010年版EA設計用気象データの読み込み機能の追加 ②データ開発: 2010年版EA設計用気象データの完成と妥当性の確認 ③ユーザ支援: マニュアル用語集の改訂と講習会テキスト更新と実施 ④妥当性・有用性確認: 住宅の非冷暖房環境の予測と熱中症評価、国内836地点の最大熱負荷と年間熱負荷の特性比較、外気冷房・自然換気による冷房負荷低減効果解析、ゼロエナジーバンド設定と自然換気効果の評価、実験計画法を利用した自然換気ビルの年間冷房負荷の簡易推定 (今後の計画)外部日除けの計算機能拡充のための検討
空調	①プログラム機能拡充: 機器モジュールの改良(ポンプ台数制御・熱源機器台数制御の閾値設定、ルームエアコンへのユーザ定義機器特性の設定、PID制御の種類拡張、配管分岐・集合モジュールの開発)、テンプレートの追加(FCU、放射パネル、給湯設備等) ②ユーザ支援: 主要モジュールの解説書作成、講習会用テキスト改良と講習会実施、用語集の見直し ③検証: 4管式VAV空調機コイルの動作検証と改善、新規・更新モジュールの機器特性等の検証、SHASEガイドラインへの協力と検証 (今後の計画)ユーザ定義機器特性による計算機能拡張、モジュールの開発・改良
機器特性	①新規機器特性の調査: ファンコイルユニット・GHPチラー・圧縮式冷凍機新冷媒対応(調査終了)、静止型全熱交換器ユニット・アクティブチルドビーム・ハイブリッド型GHP(調査継続中) ②ユーザ支援: 空調機組み込み加湿器、空調機コイルの機器特性マニュアルの整備 (今後の計画)デシカント空調機の新規調査、機器特性のユーザ定義機能(中央熱源・個別ユニット)、マニュアル整備、モジュールテスト
蓄熱・蓄電	①検証・改良: 水蓄熱槽の制御法の改造によるハンチング防止、連結完全混合水槽の部分利用機能の追加、複数熱源接続可能とするテンプレート追加 ②有用性確認: 水熱源HPと蓄熱槽の実測比較等、(今後の計画)ダイヤモンドリスボンスの機能拡張、モジュール解説書作成
コジェネ	①検証・改良: 排熱投入型吸収冷温水機の排熱利用特性の拡張法検討、実在ビル実測値による検証、太陽熱温水利用のモジュール開発 ②有用性確認: 排熱利用率最適化のケーススタディ ③ユーザ支援: 講習会実施と用語集改訂 (今後の計画)機能拡張・プログラム検証・解説書整備

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

Part 89 Recent Progress and Prediction of Sever Space Environment in Residential Houses

ISHINO Hisaya, et al.

表 1 木造住宅の計算条件と計算ケース

(a) 基準ケース(低性能住宅)	
気象	東京 2010年版EA設計用データ
建物	外壁・屋根：断熱なし(外壁熱貫流率U=2.9W/m ² K)、窓：透明単板ガラス、隙間風・換気：0.3回/h、ブラインド常時使用(小窓はブラインドなし)、居間と和室の南窓は庇付き(出1m)、主なゾーン間換気：1回/h(居室・廊下・居室容積基準)、1回/h(居室・和室・居間容積基準)
発熱	照明・機器：各室適宜考慮、在室者：非考慮
冷房	冷房時間：7:00-8:00・17:00-22:00(居間)、22:00-24:00(寝室)、20:00-22:00(子供室S、N) 室内設定温度：冷房27℃60%、暖房21℃40%
(b) 改善策の比較ケース	
A 基準 B 簾 C 自然換気 D 土壁 E 断熱	
F 自然換気・簾 G 自然換気・断熱 H 土壁・断熱	
I 自然換気・簾・断熱 J 自然換気・簾・土壁・断熱	
【計算条件】 簾：日射遮蔽率0.33、自然換気：全室対象・外気温<室温のとき10回/h・自然換気時ゾーン換気量5回/h、土壁：土壁50mm(断熱なし外壁U=3.1)、断熱：断熱材50mm(基準・土壁外壁ともU=0.6)・日射取得型Low-E複層ガラス	

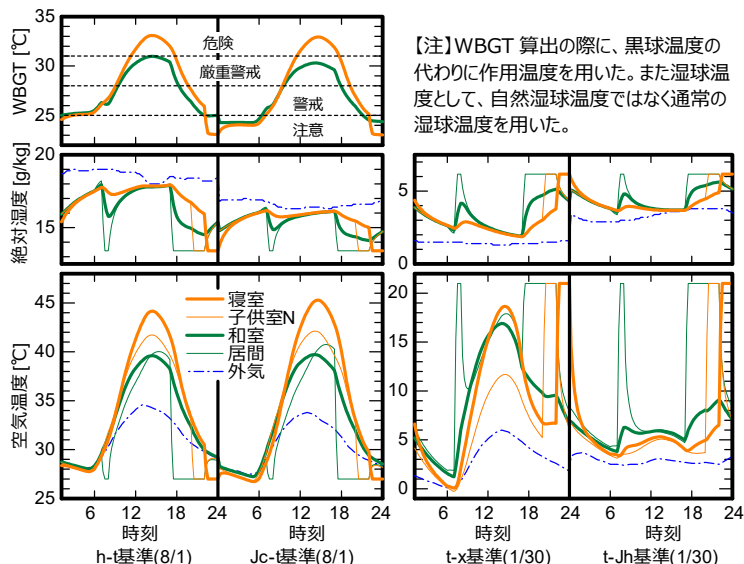


図 2 基準ケースの冷暖房設計気象条件下の室内環境変動

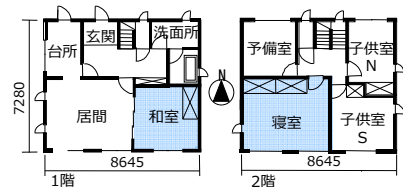


図 1 住宅平面図

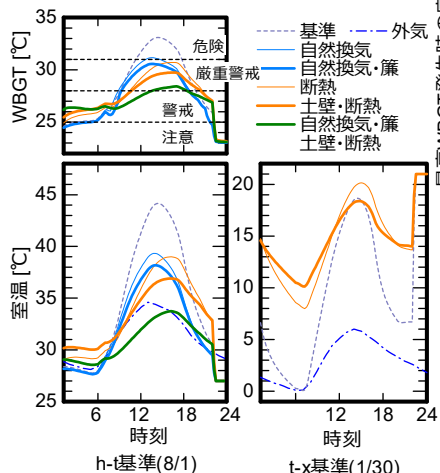


図 3 各ケースの室内環境変動(寝室)

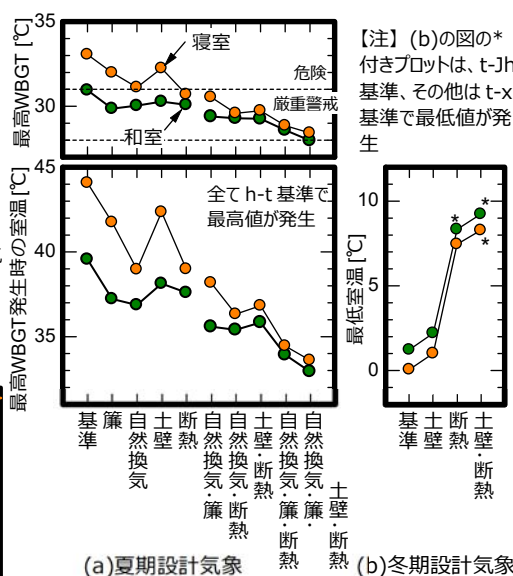


図 4 各ケースの夏期最高 WBGT・冬期最低室温

【図 4 注】夏期 h-t、Jc-t、Js-t 基準、冬期 t-x、t-Jh 基準設計気象条件を用いた 7~22 時の結果から最高 WBGT、最低室温を求めた。

【注】(b)の図の* 付きプロットは、t-Jh 基準、その他は t-x 基準で最低値が発生

【文献】

- 1) 石野・村上他：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 1 報~第 88 報等、日本建築学会大会学術講演梗概集、pp.1027-1042、2008.9、pp.975-1000、2009.8、pp.1281-1298、2010.9、pp.1147-1154、2011.8、pp.1211-1224、2012.9、pp.1235-1246、2013.8、pp.1245-1262、2014.9、pp.963-976、2015.9、pp.1009-1032、2016.8、pp.1463-1476、2017.8、pp.1029-1042、2018.9、pp.1001-1008、2019
- 2) 石野・村上他：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 221) 開発状況の報告と屋内熱中症問題の考察、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp.1-4、2019
- 3) 小野・登内：通常観測気象要素を用いた WBGT の推定、日本気象学会誌、pp.147-157、2014

【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。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：大木泰祐(大成建設)、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)、佐々木尚(安井建築設計事務所)、品川浩一(日本設計)、芝原崇慶(竹中工務店)、新武康(清水建設)、長井達夫(東京理科大学)、西田裕道(東京ガス)、二宮秀典(鹿児島大学)、相沢則夫(大林組)、野原文男、二宮博史、長谷川巖、久保木真俊(以上、日建設計)、事務局：生稲清久、三田茂(以上、建築環境・省エネルギー機構)

10K 以上低下し、WBGT も 33℃から厳重警戒下限に近い 28.5℃まで下げられる。冬期の寝室の室温上昇は、土壁と断熱により 8K 程度上昇した。

4. 結

BEST は安定的なプログラム開発が継続されている。今後は、長期的発展のための変革を計画する時期である。

*1 東京都立大学 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