

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113）

改正省エネ基準対応ツールの開発概要

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST(Part 113)

Development of BEST for the revised energy-conservation standards

技術フェロー 野原 文男（日建設計）

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 長谷川 巖（日建設計）

正会員 二宮 博史（日建設計）

正会員 飯田 玲香（日建設計）

Fumio NOHARA *¹ Shuzo MURAKAMI*² Hisaya ISHINO*³

Hasegawa IWAO *¹ Hiroshi NINOMIYA*¹ Reika IIDA*¹

*¹ Nikken Sekkei Ltd.

*² Institute for Building Environment and Energy Conservation *³ Tokyo Metropolitan University

In April 1, 2013, the revised energy-conservation standards were enforced. This paper outlines the development of a new BEST which is able to calculate accurate total building annual energy consumption and estimate energy performance comparing to baseline building model. This new BEST has been developed referring to “Baseline Building Performance” within ASHRAE Standard 90.1-2010 Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings.

はじめに

2013年4月1日より非住宅の建築物の省エネルギー基準が改正された。BESTはこれまで、ポイント法に代わる5,000㎡以下の小規模建物で使用できる簡易な省エネ申請用届出ツールとして「省エネルギー計画書作成支援ツール」を公開してきたが、このたび新しい省エネ基準に対応した「BEST改正省エネ基準対応ツール」を4月1日より公開した。本報では、改正省エネ基準対応ツールの特徴、開発概要と基準一次エネルギー消費量の算出方法について報告する。

1. BEST ツールの位置づけと特徴

本ツールは、省エネ措置の届出に利用出来るもので、「エネルギーの使用の合理化に関する建築主など及び特定建築物の所有者の判断の基準（平成25年経済産業省・国土交通省告示第1号）」の2-1に記載されている「特別な調査または研究の結果に基づき、2-2（基準一次エネルギー消費量）及び2-3（設計一次エネルギー消費量）に定める方法による計算と同等以上に当該非住宅建築物がエネルギーの使用上効率的であることを確かめることができる計算」の一つである。

一方、本ツールは、単なる申請用ツールとしてだけでなく、建築・設備の計画初期段階から竣工後の運用段階まで一貫して利用出来ることを念頭にし、省エネルギー設計の新しい方法を検討するためのツールとなっている。

具体的な特徴を以下に示す。

1) 建物全体のエネルギー消費量を精度高く計算

BEST計算エンジンは、建築と空調などを連成計算しているため、相互に影響を及ぼす複数の省エネ手法を採用した場合でも、その複合効果を精度よく求められる。例えば昼光利用時における空調用照明内部発熱の低減等を同時に計算する。

2) 日本全国842地点の気象データを利用可能

地域条件によって省エネ効果が左右される、日射、昼光計算、再生可能エネルギーの検討を精度良く計算する。

3) スマートエネルギーインフラに必要な再生可能エネルギーの検討

太陽光発電、太陽熱利用、河川水利用、地中熱利用の計算が可能である。

4) ピーク負荷やピーク電力を低減するための技術検討

計算時間間隔は5分で計算しているため、エネルギー消費量と同時にピーク値が算出される。節電効果の検討が容易に出来る。

5) 省エネ基準の達成確認から低炭素建築物の認定、運用段階での検証

申請後、建築物が運用段階に入った後は、設定温度や内部発熱密度、運転時間など使用実態に合わせた運用面における省エネ対策やその効果検証として利用出来る。

2. 開発概要

2.1 従前の届出ツールとの比較

旧省エネ法に対応した「省エネルギー計画書作成支援ツール」と本ツールとの比較を表1に示す。本ツールでは今回の省エネ基準の改正の大きな変更点である、①建物用途から室用途による計算、②CEC計算から建物全体一次エネルギー消費量による計算に対応している他、省エネ検討が広範囲に可能なような機能を増やしている。

表-1 従来のツールとの比較

プログラム名称	省エネルギー計画書作成支援ツール	改正省エネ基準対応ツール
1.適用	旧省エネ法に対応したPAL・CECに算出	改正省エネ法に対応した一次エネルギー消費量算出
2.適用規模	5,000㎡以下	全ての規模
3.地域区分	12地点	842地点
4.用途	7用途	告示に示された室用途約200室
4.建築形状	矩形形状での入力	ある程度自由な形状入力
5.建築部材	あらかじめ用意された外壁・屋根・窓ガラス仕様	外壁部材構成を自由に設定可能
6.空調設備	EHP・GHP・一部のセントラル空調	パッケージ13種類、セントラル26種類
7.照明設備	係数法による照明制御	建築・設備との連成計算
8.給湯設備	二管式給湯	一管式・二管式給湯
9.効率化設備	太陽光・太陽熱・CGS	太陽光・太陽熱・CGS
10.その他	—	蓄電池・その他の電力

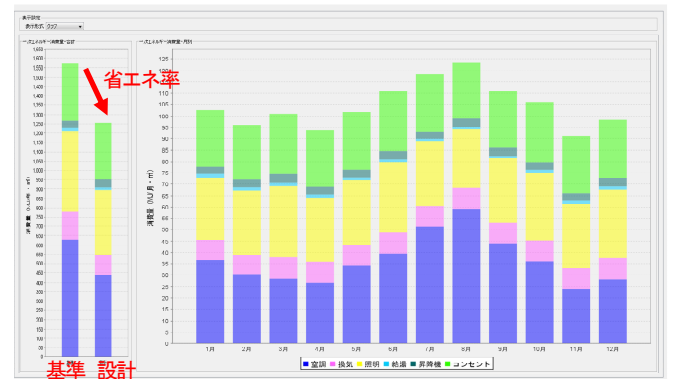
2.2 新しいGUIの開発

プログラム開発において、GUI(Graphical User Interface)の開発は、ユーザーにとって入力時間や入力ミスを減らすために重要な事柄である。本ツールの開発方針として、室や機器自体をビジュアル化させる他、室と機器との接続状況を分かるようにしている。また多くの部材や機器はプルダウン選択とし、採用した省エネ手法はラジオボタンでチェックするという手法を取り、分かりやすいものとなっている。特に建築関連の入力の特徴については参考文献の既報¹⁾に示すとおりである。

2.3 省エネ措置の届出に対応した機能の拡充

本ツールでは、省エネ措置の届出に必要な出力機能を備えている。省エネ計算の結果である、基準一次エネルギー消費量と設計一次エネルギー消費量の絶対値とその比率が示される他(図1)、届出書に必要な事項を入力し計算結果の値が転記される機能を備えている(図2)。この他、届出審査の過程で審査側に入力データを提出し、審査側でも同じプログラムで計算させることで、届出書と同じ結果が算出されるかを確認する仕組みや、図面の記載内容と入力項目が一致しているかどうかを図3に示

す入力項目一覧書類で確認出来る方法を構築している。



表示形式	表(燃料種別)		
燃料種別エネルギー消費量(MJ/年・㎡)			
分類	設計(MJ/年・㎡)	基準(MJ/年・㎡)	設計/基準(%)
空調	508.71	568.63	90.26
換気	110.01	110.01	100.00
照明	432.01	432.01	100.00
給湯	15.51	15.45	100.34
昇降機	41.83	41.83	100.00
コンセント	303.50	303.50	100.00
Total	1411.55	1466.43	96.26

図-1 省エネ計算結果(上段: グラフ、下段: 表)

図-2 届出書への計算結果の転記と出力

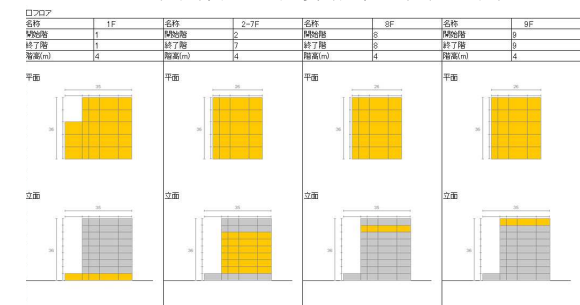


図-3 入力項目の一覧書類の例(表形式で出力)

2.4 計算機能

本ツールの計算機能をまとめたものを表2に示す。告示に記載されている室用途分類に準じた計算が出来、建築・設備のさまざまな省エネ技術の導入による効果試算が可能である。よって複合用途の建物や複合熱源システム、機器特性の異なる複数の空調システムを再現することが出来る他、これまでの矩形建築入力のように簡単な建築モデルを構築することにより、コンビニエンスストアなど小規模建物の計算も含め幅広く申請に活用出来る。

一方、申請に必要な一次エネルギー消費量値は、空調、照明、換気、給湯、昇降機、その他（コンセント）の合算値であるが、竣工後の実運用対応やピーク電力が算出

出来るよう、コージェネ、蓄電池、変圧器、その他電力の計算や照明や内部発熱、空調運転スケジュールの変更対応等、ライフサイクルで利用出来る機能を持っている。

3. 基準一次エネルギー消費量の算出方法

本ツールは、設計一次エネルギー消費量を算出すると同時に基準一次エネルギー消費量を算出する評価ツールである。設計も基準も同じプログラムを用いて比較検討することで、精度高く正確な評価が可能である。基準一次エネルギー消費量の算出方法は、ASHRAE Standard 90.1-2010²⁾ で定義されている”Baseline Building Performance”を参照している。つまり BEST では、

表-2 計算機能の概要

建築	地域	日本全国842地点の気象データを利用可能	
	建築形状	さまざまな建築形状への対応	
	建物方位	自由な方位選定、ビル影計算	
	複数棟	複数棟で同一熱源の場合の計算が可能	
	室用途	事務所等、ホテル等、病院等、物販販売業を営む店舗等、学校等、飲食店等、集会場等、工場等に含まれる約200の室用途	
	建築部材	外壁、内壁、屋根、ピロティの部材構成や部材厚さを自由に設定。熱貫流率を自動計算表示。あらかじめ良く使う部材をデフォルト登録	
ガラス種類	窓タイプ5種類(単板、複層2種類、ブラインド内蔵複層ガラス、エアフローウインドウ)、ガラス種類54種類、ガラス厚4種類の豊富なデータベース		
庇	水平庇、垂直庇、箱型庇の大きさを自由に設定。昼光利用計算と連成。		
空調	機器	パッケージ方式	セントラル方式
		1)スプリット型EHP ・ビル用マルチ標準型冷暖切替、冷暖切替寒冷地対応、冷暖同時 ・店舗用冷暖切替、冷暖切替寒冷地対応 ・設備用冷暖切替 ・ビル用マルチ水蓄熱冷暖切替、水冷冷暖切替、水冷冷暖同時	1)空気熱源ヒートポンプチラー ・スクルー(インバータ無)、スクロール(インバータ有/無) 2)水冷チラー ・スクルー(インバータ無)、スクロール(インバータ無) 3)吸収式温水発生機 ・直焚き二重効用 一般、高効率、高期間効率、直焚き三重効用 ・温水炊き、排熱投入型
		2)スプリット型GHP ・ビル用マルチ標準型冷暖切替、冷暖同時 ・ビル用マルチ発電機付自己消費、系統連携	4)真空温水器 5)ターボ冷凍機 ・標準型、高効率型、高効率型インバータ 6)水蓄熱ユニット 7)水蓄熱 ・連結完全混合槽、温度成層型 8)冷却塔
		3)スプリット型室内機 ・室内機(カセット型、ダクト接続型) ・室内機+全熱交換機 ・外気処理室内機 ・全熱交換機付き外気処理室内機 ・全熱交換機ユニット	9)熱交換器 ・温水熱交換器(CGS排熱)、冷温水熱交換器(地域熱供給など) ・冷水熱交換器(地域熱供給など)、温水熱交換器(地域熱供給など) 10)未利用(河川利用)
	4)一体型 ・ウォールスルー一定速型、インバータ ・EHP水熱源定速型、インバータ ・冷媒熱回収型外調機 ・全熱交換機ユニット		
	システム	空調冷暖期間の設定、冷媒配管長さ・高低差を考慮 全熱交換機	4管システム、空調冷暖期間の設定、大温度差送水、大温度差送風、加湿計算 全熱交換機、ファンコイル、VAV、CAV
制御	全熱交換機バイパス制御	台数制御、変流量制御、変風量制御、外気冷房制御、予熱時外気カット、CO2制御	
照明	機器	1台あたりの消費電力を入力して計算	
	スケジュール	室用途別の時刻別スケジュール、年間カレンダーで照明点灯時間を計算	
	制御	昼光利用計算(建築開口部や器具による発光効率の違いを反映)、在籍検知制御(事務室、会議室は人スケジュールと連動) 初期照度補正制御、照度調整調光制御	
換気	機器	1)シロッコファン(片吸込み、両吸込み)、2)リミットロードファン(片吸込み、両吸込み)、3)ラインファン、4)ストレートシロッコファン、5)天井扇 風量と静圧とファンタイプで軸動力計算を行い、室用途別の時刻別スケジュールで計算	
	制御	インバータ制御、ボールドエンジン制御、台数制御、オンオフ制御	
給湯	給湯負荷	室用途別の標準人員密度と計画給湯原単位から自動的に給湯使用量を計算	
	機器	1)一管式個別給湯方式:電気温水器、電気瞬間式給湯機、ヒートポンプ給湯機、ガス貯湯槽式給湯機、ガス瞬間式給湯機、潜熱回収給湯機 2)二管式中央給湯方式:給湯ボイラー、電気温水器、ヒートポンプ給湯機、ガス給湯機(連結型)、潜熱回収給湯機(連結型)	
	熱損失	二管式中央給湯方式では、配管保温仕様、配管長さ、配管代表口径、配管設置位置、バルブ・フランジの保温有無により熱損失計算	
	制御	二管式中央給湯方式で、給湯循環ポンプ停止制御が可能	
太陽熱利用	平板集熱器もしくは真空ガラス管集熱器を選択して計算		
昇降機	制御	・可変電圧可変周波数制御方式(電力回生制御ありかつギアレス巻上機)、(電力回生制御なしかつギアレス巻上機) ・可変電圧可変周波数制御方式(電力回生制御あり)、(電力回生制御なし)、交流帰還制御方式	
	太陽光発電	アレイ公称出力、設置角、方位角と設置地点における日射量データから計算。システム損失を考慮することが出来る。	
コージェネ	機器	ガスエンジン(温水排熱)の計算が可能	
変圧器	機器	負荷損、無負荷損を計算	
蓄電池	機器	リチウムイオン蓄電池	
	制御	ピークシフト制御、ピークカット制御、出力補正制御	
その他	コンセント機器	空調する室の室用途別に標準設定した機器用電力消費量を計算	
	コンセント以外	自動販売機、厨房、医療機器、防災設備等のその他電力を計算	
スケジュール	室用途別に人員・機器・照明の内部発熱、新鮮外気導入量を設定。新たな室用途を設定することで変更可能。 室用途別に空調運転、照明点灯、機器発熱スケジュールと年間カレンダーを設定。新たな室用途を設定することで変更可能。		

”基準一次エネルギー消費量の算出は、設計一次エネルギー消費量を算出する建物（申請建物）で採用した省エネ対策を施さなかった場合の建物”として設定することにより省エネ評価を行っている。このような手法を用いることで、建物形状や高さ、方位、設備構成、燃料種別は基準となる建物と設計（申請）する建物で同じものを比較することが出来る。表3に示すように、基準一次エネルギー消費量を計算するための標準仕様条件を定め、プログラムでは自動的に計算される仕組みを開発した。

4. おわりに

新しい省エネ基準に対応したBESTの開発概要と計算機能の特徴を示した。評価ツールとして、基準一次エネルギー消費量の算出方法についてその仕組みを示した。

【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)」・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。改正省エネ基準対応ツール開発委員会名簿(順不同) 委員長：石野久彌(首都大学東京名誉教授)、幹事：長谷川巖(日建設計)、委員：島岡宏秀(大林組)、佐藤正章、菰田英晴(鹿島建設)、田岡知博(コンパス)、佐藤誠、辻丸のりえ(佐藤エネルギーリサーチ)、矢川明弘、新武康(清水建設)、加藤美好、横井睦己、大木康祐(大成建設)、中里博美(ダイケンエンジニアリング)、高井啓明、芝原崇慶(竹中工務店)、柳井崇、品川浩一(日本設計)、田中祐輔、茂呂幸雄(三菱地所設計)、野原文男、丹羽勝巳、二宮博史、小林弘造、飯田玲香(日建設計) 事務局：生稲清久、石田真理(建築環境・省エネルギー機構)

参考文献

- 1)野原他 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95) 省エネ推進を目的とした新しいUIの開発 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 2012.9
- 2)ASHRAE Standard 90.1-2010 “Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings”を参照

表-3 基準一次エネルギー消費量を計算するための標準仕様条件

大項目	中項目	基準一次エネルギー消費量計算のための標準仕様条件	出典
建築	方位・建物形状	設計建物と同じ	
	窓面積率	40%	
	庇	無し	
	断熱・窓ガラス仕様	地域別、建物用途別の標準断熱厚さ・窓仕様を設定	1)
空調 (セントラル)	熱源COP	空冷ヒートポンプチャラー(冷房3.24、暖房3.42) ガス吸収式冷水発生器(冷房1.1、暖房0.8) 地域冷暖房施設(冷房0.7353、暖房0.7353)	1) 2) 3)
	セントラル熱源システム	電気システムの場合：空冷ヒートポンプチャラー標準機へ変換 ガスシステムの場合：ガス吸収式冷水発生器標準機へ変換 電気+ガスシステムの場合：空冷チャラーとガス吸収式、容量比率は設計と同じ 冷却塔：ファン発停制御	
	熱源出口温度	設計建物と同じ	
	搬送システム	VWV、台数制御無し、 $\Delta t=5^{\circ}\text{C}$ 、	
	ポンプ・ファン電動機	標準	
	ポンプ・ファンタイプ	設計建物と同じ	
	空調システム	セントラル：CAV、外気冷房無し、全熱交換機無し、 $\Delta t=10^{\circ}\text{C}$	
	各種容量	熱源容量、冷却塔能力・消費電力、熱源用ポンプ、冷却水ポンプ、二次ポンプ、空調機風量、コイル能力・流量、加湿器水量・消費電力、ファンコイル能力・水量・風量・消費電力、ゾーン送風量は、「設計容量を最大負荷比により補正」をして決定	
	外気量・揚程・静圧・コイル列数	設計建物と同じ	
	熱源COP	EHP(冷房3.0、暖房3.5) GHP(冷房1.3、暖房1.3)	4)
空調 (パッケージ)	パッケージシステム	電気システムの場合：EHP標準型ビル用マルチへ変換 ガスシステムの場合：GHP標準型ビル用マルチへ変換 パッケージ一体型の場合：ウォールスルー標準型へ変換	
	空調システム	パッケージ：全熱交換機有り(全熱交換効率60%・バイパス無し)	
	各種容量	室外機能力・消費電力・送風量・送風機消費電力、室内機能力・消費電力・送風量、加湿能力は、「設計容量を最大負荷比により補正」をして決定	
	冷媒配管	設計建物と同じ	
照明	基準照明電力原単位	室用途別に設定	1)
	照明制御	無し	
給湯	給湯原単位	標準給湯原単位	1)
	熱源COP	ガス熱源の場合：一次COP0.8 電気熱源の場合：二次COP1.0	
	給湯システム	ガス熱源の場合：ガス給湯機(一管式)、給湯ボイラー(二管式) 電気熱源の場合：電気温水器(一管式)、電気温水器(二管式)	
	加熱能力	設計建物と同じ	
	保温仕様	保温仕様2	5)
	バルブ・フランジの保温	有り	5)
	配管設置設置	その他(空調室と外部の間)	5)
換気	配管種別・合計配管長さ・代表口径	設計建物と同じ	
	換気風量・静圧・ファンタイプ	設計建物と同じ	
	換気制御	無し	
	ファン電動機	標準	
昇降機	運転時間	室用途別に設定	1)
	速度制御	無し	
その他電力 (コンセント電力)	積載重量・定格速度・台数・輸送能力係数	設計建物と同じ	
	基準機器電力原単位	室用途別に設定	1)
内部発熱	人員・機器・照明・新鮮外気導入量	室用途別に設定(照明は基準照明電力原単位と同じ)	1)
	空調運転	室用途別に設定 (ただし、冷暖房期間は地域ごとに旧省エネ法のCEC/ACでの値を参照)	1)
	照明点灯・機器発熱	室用途別に設定	1)

【注記】

- 1)「H25省エネ基準技術解説書(告示に基づく計算)」を参照、2)「日本ガス協会の参考値」を参照、3)「旧省エネ基準告示 別表第3」における値を参照
- 4)各製造業者の標準機種より参照、5)「旧省エネ基準告示 ポイント法」における評価値を参照