

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20）

BEST のバリエーション、開発体制と適用例

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST (Part 20)

Variation, Organization on the development and Application of the BEST

正会員	野原文男（日建設計）	特別会員	村上周三（建築研究所）
正会員	石野久彌（首都大学東京名誉教授）	正会員	大塚雅之（関東学院大学）
正会員	内海康雄（宮城高専）	正会員	滝澤 総（日建設計）

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

Masayuki OTSUKA *⁴ Yasuo Utsumi *⁵ So TAKIZAWA*¹

*¹ NIKKEN SEKKEI *² Building Research Institute *³ Tokyo Metropolitan University

*⁴ Kanto Gakuin University *⁵ Miyagi National College of Technology

In the “Cool Earth 50”, which was proposed by Japanese prime minister Sinzo Abe at G8 Summit in Hailigendamm 2007, it is said that technological innovation is the key for the coming new era of low carbon society. The BEST can be such an innovative technology, because it has the potential to decide a goal for the sustainable future by backcasting method. In this report, an outline of a basic and/or simplified version of the BEST, which will be newly developed based on the BEST professional version, is shown. In addition, new organization of the committee on the BEST development and a result of an annual energy consumption simulated by the BEST are introduced.

はじめに

我が国は、石油などのエネルギー資源に恵まれていないこともあって、省エネに関する技術開発に古くから取り組んできている。その結果、主要先進国の中では最も省エネが進んでいると自負することができる。このことを端的に示す指標として GDP あたりの CO₂ 排出量が良く使われるが、我が国の数値はアメリカの半分以下、ドイツやイタリア、イギリスなどの国々の約 6～7 割程度であることが分かる（図 1 参照）。

ところで、2008 年は 7 月に洞爺湖でサミット（G8：主要先進国首脳会議）が開催され、地球温暖化防止対策などの重要課題について討論される予定である。議長国である我が国は、先のハイリゲンダムで提唱した「Cool Earth 50」を推進し、低炭素社会の構築に向けて強いリーダーシップを発揮することが期待されている。サミットではポスト京都に向けた新たな枠組み作りが議論されることになると思われる。“Cool Earth 50”では“イノベーション（技術革新）”を低炭素社会へ変革するための必要条件として重要視している。例えば、かつて情報化社会へと時代が大きく変化した時、携帯電話などの情報通信技術の技術革新がその原動力になった。同様に低炭素社会という今までに無い新しい概念へと変革が進むためには、携帯電話のように大きな技術革新が不可欠と考えることができる。

既報¹⁾に報告したように、1990 年から 2005 年にかけて我が国におけるセクター別の CO₂ 排出量の推移を見ると、民生部門においては 1990 年比で約 4 割増加している。このため省エネ法の強化などが対策として講じられているところであるが、このような状況から低炭素社会という新しい社会へと変革が進むためには、民生部門における新たな技術革新が必要であると言える。BEST

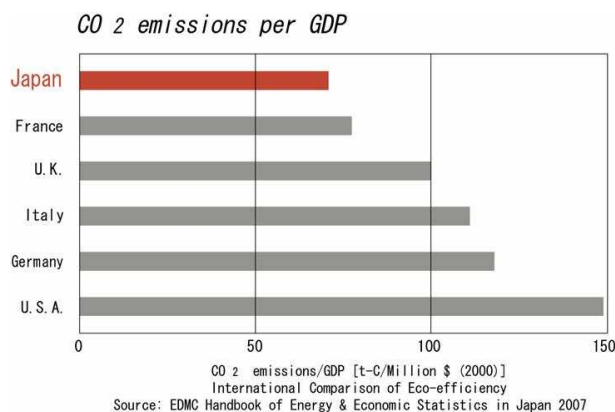


図 1 主要先進国の GDP あたりの CO₂ 排出量

は、その技術革新（推進力）として位置づけられる可能性を持っていると考える。

1. BESTのバリエーション

これまでBESTは、(財)建築環境・省エネルギー機構内で組織された「BEST開発普及事業研究会・委員長：村上周三慶應義塾大学教授(当時)」において計算エンジン(以降、単にBEST専門版と呼ぶ)と、それを動かすために最小限必要なユーザ・インターフェイス(UI)の開発を行ってきた。BESTは建築の熱性能や空調の省エネ性能を検討できるだけでなく、電気や衛生の省エネ・省資源性能を総合的に検討できることから、行政支援ツール(省エネ法における建築および設備性能の簡単計算ツール)への適用が期待されている。このため、今後は、BEST専門版を軸とした行政支援ツールの開発が進められることになる(図2参照)。

BESTのバリエーション	利用形態	汎用性	操作性	有償/無償	備考
① BEST簡易版	企画設計ツール 行政支援ツール(省エネ計画書届出ラベリングの簡易版)	△標準運転条件	◎簡易なGUIを開発	有償	「ポイント法」に替わるもの
② BEST基本版	基本設計ツール 行政支援ツール(省エネ計画書届出ラベリングの簡易版)	△標準運転条件	○対応したGUIを開発	有償	構造の「限界耐力設計法」のような概念
③ BEST専門版	詳細設計ツール	○自由な運転条件	△基本的なGUIを開発	有償(高額)	HASP+ACSSの建物全体版
④ BEST専門版用の拡張GUI	③の入力支援	○自由な運転条件	◎高度なGUIを開発	開発者による	自動設計機能が必要か?
⑤ BEST拡張版	研究者、高度専門家向	◎カスタマイズ可能	△	有償(高額)	研究・開発部門で活用

①～④は、計算エンジンは同一のもので、GUIで機能を切り替える

図2 BESTのバリエーション

一方、機能拡張については、サードパーティーによる開発や研究者など高度な専門家による開発が期待されている。

2. BEST開発体制

上述したように、BESTは、今年の3月までは「BEST開発普及事業研究会」において開発が進められてきたが、今後はユーザー(参加企業)によるコンソーシアム(参加企業による継続的な組織)を組織し、BEST企画委員会(産官学の協力による)のもとに「BEST専門版開発委員会(BESTの第2次開発):委員長・石野久彌首都大学名誉教授」および「BEST行政支援ツール開発委員会(簡易版・基本版):委員長・坂本雄三東京大学教授」で開発が進められることになる(図3参照)。

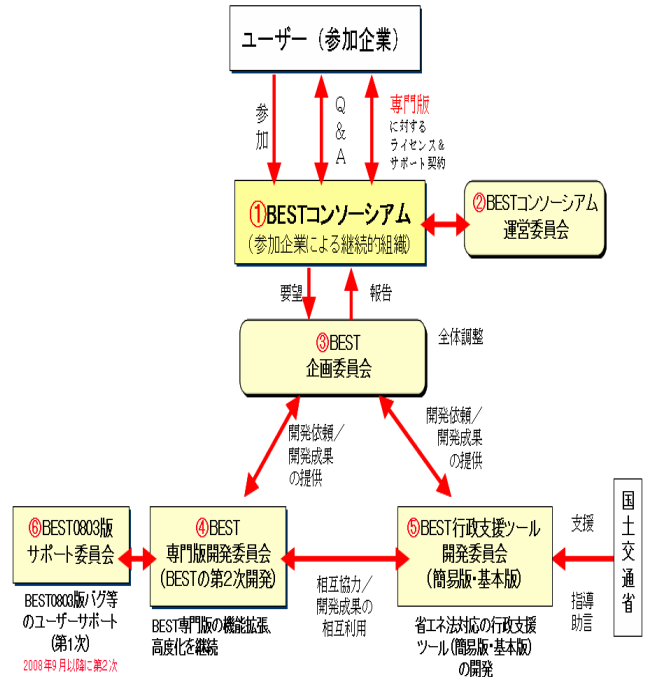


図3 今後のBESTの開発体制

このような開発体制とした理由は、既報¹⁾に述べたように、海外においてはBESTに類似するエネルギーシミュレーションツール(EnergyPlus、DEST、TRANSYSなど)は、継続的な維持管理が行われ成功していることを挙げることができる。つまり、建築や空調設備における省エネ技術は常に進化しているため、エネルギーシミュレーションツールはそれらに追従していかないと、瞬く間に陳腐化してしまう。

3. BESTの設計ツールへの適用

3-1)簡易入力支援と設計ツール

既報²⁾では、行政支援ツールとして求められる入力イメージを示した。複雑な入力避け、可能な範囲(計算目的である熱性能や設備システムの省エネ性能比較を損なわない範囲)でデフォルト・データを用いる方法を提案している。現在、BEST行政支援ツール開発委員会で詳細を検討中であるが、この方法はFACES(HASP/ACLD/ACSSをベースに東京電力、中部電力、関西電力、日建設計で開発された年間エネルギーシミュレーションソフトで一般には公開はされていない)というソフトに採用されている手法と同じである。このような簡易入力手法によってポイント法程度の手間(入力時間)でBESTの計算エンジンを動かして精緻な計算結果を導くことが可能になる。

ところで行政支援ツールは、上述した建築の熱性能や設備の省エネ性能を、あるベースラインと比較すること

が目的であるため、運用時間や運用形態（在室密度や在室パターン、内部発熱密度や発熱パターンなど）は入力者がこれらを勝手に変更することができてはならない。つまり、行政支援ツールで求めた結果は、実状とは全く異なる。そこで既報²⁾でも報告したように簡易版、基本版で作成された入力データは専門版に引き継ぐことができるようにすべきである。こうすることで、簡易版、基本版は、確認申請用ツールとしてだけでなく設計ツールとしての機能を併せ持つことになる。

3 2)設計ツールとして必要な機能

CEC-ACを計算する目的で、先述したFACESと同様にHASP/ACLD/ACSSをベースにして開発されたBECSという年間の空調用エネルギーシミュレーションソフトがあるが、残念ながら確認申請にこのソフトが利用された例はほとんどないと言って過言ではない。入力が容易ではないことが最大の要因と思われるが、その他にも確認申請用としての機能しかないことを要因として挙げることができる。このため簡易版、基本版で作成された入力データが専門版に引き継がれることを提案しているが、さらに設計用（装置容量を決めるための最大負荷計算）の機能を具備することを視野に入れて開発すべきと言える。

このように、設計ツール（比較検討資料作成から最大負荷計算）としての機能をできるだけ多く具備し、BESTは設計者の必需品として位置づけられる必要があると考えられる。

3 3)設計ツールとしてのBESTの優れた機能

設計者は発注主に対して説明責任を負っている。例えば、提案するシステムを採用することによって発生する費用（エネルギー費やメンテナンス費など）や、起こり

得る被害（水損や停止時の影響など）達成できる室内環境（室内温度、湿度、熱的快適性など）などを予測し、事前説明しなければならない。また入手可能なシステムを比較し、発注主にとって最善と思われる手法選択の手助けをしなければならない。

従来から、このような比較検討ツールとして全負荷相当運転時間法が広く使われているが、そこで使われる全負荷相当運転時間に根拠は乏しく、正しい比較ができているとはとても言い難い。

BESTがその代替手法として満足できるものであるかどうかは、先述した入力の容易さにかかっているが、一方で、計算ロジックの正当性や計算結果の正確さなども見逃せない。そこでここでは、標準的と思われる事務所ビルを想定（続報参照）して、年間のエネルギー計算を行った結果（出力例）を紹介し、BESTの優れた点を紹介する。

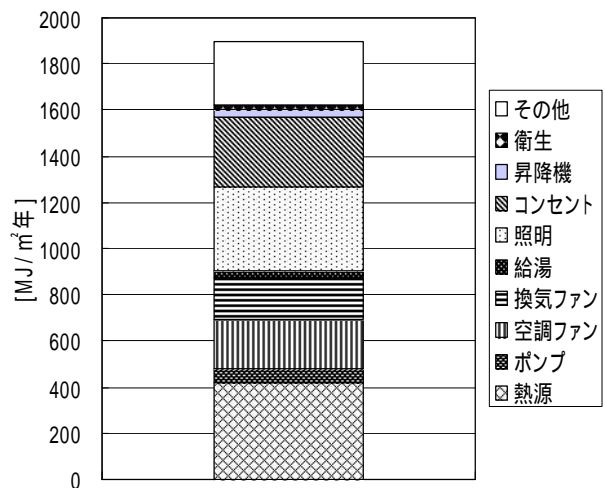


図4 BESTによる標準的なオフィスビルの一次エネルギー消費量試算例

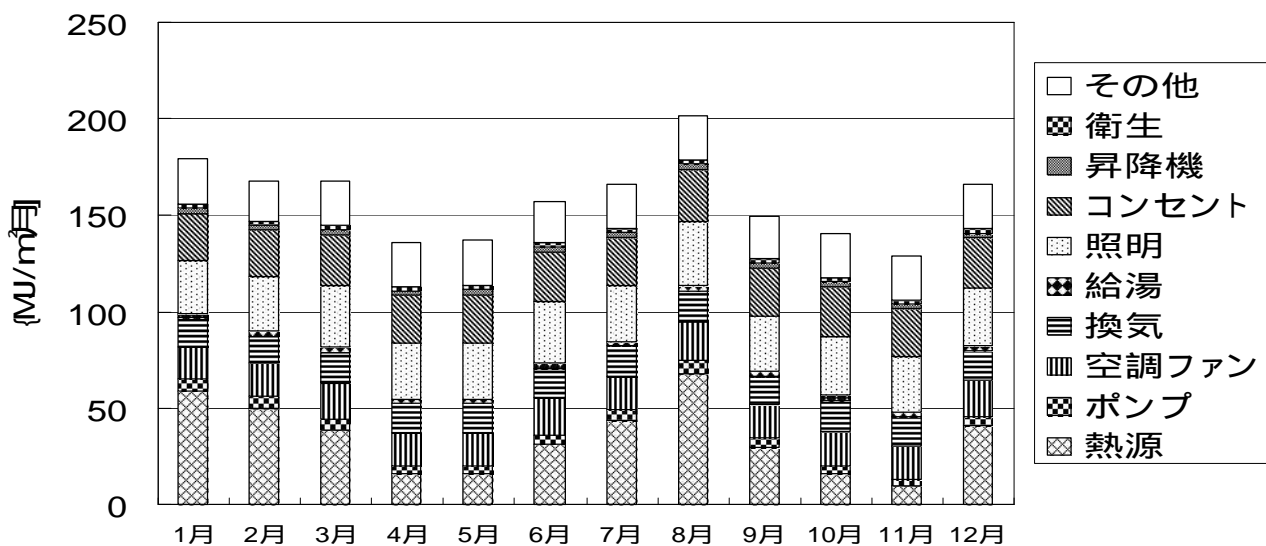


図5 BESTによる標準的なオフィスビルの月別一次エネルギー消費量の試算例

図4は年間のエネルギー消費量の内訳を、図5はその月別グラフを示したものである。これらの図において、BESTで計算対象としていない各種機器の待機電力や自動販売機などのエネルギー消費については、手計算でその他の分類に別途計上した。

BESTでは用途別エネルギー消費を連成しながら解くことが出来る。つまり、例えば、高効率照明を採用した場合の照明用電力の低減と連動した冷暖房用エネルギー消費の増減を把握することができる。あるいは、断熱・日射遮蔽などの対策により省エネを徹底すると、部分負荷の発生頻度が高くなる傾向にある。このため部分負荷効率に優れた熱源システムの採用が不可欠になるなどの知見を容易に得ることができる。

その他、クールビズやウォームビズの効果やサマータイムの導入効果なども検討できることは当然として、トランス損失も検討することができるように考えられている(一般的にはトランスの損失は無視されることが多いが、設備容量を過大に見積ると、この損失も見逃せない。ただし本試算例ではトランスのモジュールは未接続で計算した)。また、高性能窓ガラスや庇など省エネシステムを複数採用した場合の複合効果(複数の省エネシステムを採用した場合、相互影響があるため単体としての省エネ効果を単純には加算できない)をBESTでは容易に求めることができる。

おわりに

2050年までCO₂排出量を半減あるいはそれ以上減らすことが求められている。一口に半減と言っても簡単なことではない。また、これを現状から積み上げて予測(フォアキャスト)すると、とても不可能な目標のように思えてしまう。それを敢えてバックキャスト手法によって洞爺湖サミットにおける国際社会の共通の目標として掲げたことは画期的であると言える。

ところでBESTは、まさにこのバックキャストによって民生分野におけるCO₂排出量半減のための実現手法の検討ツールになると言える。

その理由として二つ挙げることができる。一つは、先述したようにBESTは、複数の省エネ対策の複合効果を正確に検討できることにある。つまり、建築や空調、電気、衛生を連成して解いてエネルギー消費を求めるため複合効果を正しく模擬できるからである。

もう一つは、照明やコンセントなどの内部発熱要因の削減目標を設定できることにある。つまり、熱源やファン、ポンプなどの省エネ対策だけでビル全体のCO₂排出量を半減することは到底出来ない。このため、どうしても照明やコンセントなどの省エネ対策が必要になるが、これら要因に対する技術革新を期待した仮想の目標数値

を入力して、その結果を得ることができる。即ち、照明やコンセントが現状からどの程度省エネになれば(具体的にはタスク&アンビエント照明を含む高効率照明や低消費電力PCや高効率オフィス機器など)目標が達成できるかをBESTでは計算できる。

以上のようにCO₂排出量の半減に向けてBESTへ期待することはとても大きい。行政支援ツールさらには設計ツールとして、一人でも多くの建築設備設計者やその他の建築分野に携わる方々に利用されることを目標に開発していきたい。

【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 開発普及事業研究会(村上周三委員長)」ならびにアーキテクチャ検討部会(坂本雄三部会長)、GUI作成SWG(内海康雄主査)、建築・空調設備作業部会(石野久彌部会長)、クラス構想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。

GUI作成SWG名簿(順不同)主査:内海康雄(宮城高専)、委員:櫻井文雄(日建設計)、菅長正光(自営)、二宮博史、野原文男、國吉敬司、篠原奈緒子(以上、日建設計)、江崎由朗(BIT)、オブザーバー:石野久彌(首都大学東京名誉教授)、芝原崇慶(竹中工務店)、事務局:生稲清久(建築環境・省エネルギー機構)

建築・空調設備作業部会名簿(順不同)主査:石野久彌(首都大学東京名誉教授)、委員:渡邊剛(NTTファシリティーズ)、井上隆(東京理科大学)、川瀬貴晴(千葉大学)、郡公子(宇都宮大学)、長井達夫(東京理科大学)、羽山広文(北海道大学)、芦村昌士(安藤建設)、阿部裕司(竹中工務店)、木下泰斗(日本板硝子)、工月良太(東京ガス)、黒本英智(東京電力)、菰田英晴(鹿島建設)、上田博嗣(大林組)、助飛羅力(三機工業)、二宮博史、丹羽 勝巳(以上、日建設計)、野村文三(山下設計)、野間節(山武)、沢谷俊秋(三晃空調)、柳井崇(日本設計)、協力委員:一ノ瀬雅之(東京理科大学)、國吉敬司(日建設計)、後藤裕(三機工業)、芝原崇慶(竹中工務店)、菅長正光(自営)、事務局:野原文男、篠原奈緒子(以上、日建設計)、諏佐庄平、生稲清久(以上、建築環境・省エネルギー機構)

【文献】

- 1)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1)、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp.1969-1972、2007.9
- 2)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2)、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、pp.1973-1976、2007.9