

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40）  
 省エネルギー計算書作成支援ツールの特徴

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST(Part 40)  
 Outline of BEST-B tool

正会員 野原 文男（日建設計）  
 正会員 坂本 雄三（東京大学）

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）

Fumio NOHARA \*<sup>1</sup> Shuzo MURAKAMI\*<sup>2</sup> Yuzuo SAKAMOTO\*<sup>3</sup> Hisaya ISHINO\*<sup>4</sup>

\*<sup>1</sup> Nikken Sekkei Ltd. \*<sup>2</sup> Building Research Institute \*<sup>3</sup> The University Of Tokyo \*<sup>4</sup> Tokyo Metropolitan University

This paper presents the outline of BEST-B tool.

はじめに

建築物の省エネルギー基準として5,000m<sup>2</sup>以下の建築物に適用できる仕様基準（ポイント法）の、簡単な作業による評価手法を意識し、簡易な入力でPALやCECをBESTを用いて計算するツールを開発した。ここではその特徴についてPAL計算を中心に説明する。

1. ツールの概要と構成

図1はツールの起動直後に出現する物件管理画面である。建物名称、検討ケースと建物用途を指定して物件を登録（あるいは登録済み物件を指定）して使用開始となる。物件一覧とあるように、本ツールでは複数の物件を登録でき、簡単に物件を切替えた検討ができる。画面はBEST専門版と同様に左側にメニュータブ、右側のワークエリアを配置している。メニュータブの中には本ツールの画面構成が示されており、ここで指定した画面が右側のワークエリアに出現する。画面種類、入力データおよび計算結果の出力項目については文献<sup>1)</sup>にて報告したとおりである。入力部分はポイント法の評価項目を考慮しかつ簡易な入力となるよう検討し、ほとんどの項目がマウス操作で入力可能となっている。（図4～図6参照）

本ツールの計算エンジンはBEST専門版のものを使用する。専門版エンジンに不足する情報は、本ツール側で自動発生して補っている。（そこで使用する不足データの自動発生アルゴリズムは今後チューニングを行なう予定である。）PALや各種CECの結果以外に、BESTの主たる出力である建物全体の一次エネルギー消費量も算出している。これらの計算結果は、グラフや表の形で画面に提供している。また、主要入力データや計算結果などを省エネルギー計画書フォームへPDF形式ファイルにて帳票出力ができる。省エネルギー検討のケーススタディ使用に配慮して、複数の物件の一括連続計算機能（図2参照）や計算結果一覧機能（図3参照）を備えている。

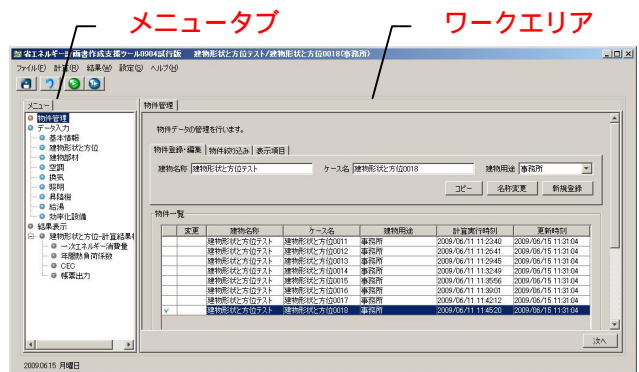


図1 物件管理（エントリー画面）



図2 一括計算実行画面



図3 計算結果一覧の表示例

本ツールのプログラム構成は、メインプログラムを初め、各種機能ライブラリ、外部定義データファイル、データ変換定義ファイルおよびBEST専門版側の計算エンジンライブラリと各種データベースから構成されている。

メインプログラムは、入力、計算、結果表示など、本ツールの各種機能を総合的に制御する。各種機能が機能部品のクラスとして作成されており、画面作成・切替、計算、結果表示などの機能部品クラスがユーザーの指示に応じて呼び出され処理が実行される。プログラムは、BEST専門版と同様にJava言語を用いている。シミュレーション部分はBEST専門版で開発された計算エンジンのライブラリを使用することを原則としているが、照明計算など一部のモジュールは、本ツール側で新たに開発したものを使用している。BEST専門版のフレームワークはモジュールを自由に追加して使用できる構造となっており、この利点を活用した。本ツール側で新たに開発したモジュールは、BEST専門版のライブラリに統合しており、BEST専門版側でも使用可能である。

入出力画面の表示項目名、入力方法（テキストフィールド、コンボボックス、チェックボックスなど）、入力データの型、入力データが数値の場合は入力可能な上下限值、初期値および変換用変数名などの情報はすべて外部定義データとしてファイルに保管している。ツールは事務所、物販店舗、飲食店舗、ホテル、病院、学校、集会所の建物を対象としており、建物種類でデフォルト値を変えられるよう、外部定義データのファイルは建物種類別に用意している。後日必ず発生するであろう項目名称やデフォルト値などの変更については、プログラムソースを書き換えることなく外部定義ファイルの情報を書き換えるだけで簡単に対応できるような仕組みとした。

シミュレーションではBEST専門版の計算エンジンを使用する。本ツールとBEST専門版の入力画面の情報は、その内容や情報量が大きく異なるため（本ツールの方が少ない）、不足する情報を補い規定のフォーマットに落とす作業が必要となる。この部分は本ツール側で開発するのだが、当初からプログラム内部には書込まない方針で開発を進めた。入力データから計算エンジンに必要なデータへの手続きを記述した「データ変換ロジック」とターゲットである「変換後のデータのフォーマット」を外定義として切離す方法とした。このことにより、画面作成を中心としたメインプログラムの開発（プログラミングの得意なシステムエンジニアが担当）と、計算エンジン用のデータを作成するためのデータ変換定義部分の開発（建築設備のシミュレーションのエンジニアが担当）を独立並行して行い、開発期間の効率化を図った。両者の連携が必要としたのは、変数名とデータ変換ロジックで使用する関数を最初に定義し共用することであった。

データ変換ロジックの例を表1に示す。入力パラメータ

タブロック部分には変数（データ列）にデフォルト値などをセットしておく。変換仕様ブロックには具体的なデータ変換ロジック部分を記述する。変数名には日本語が使用でき、「データ名」列に変数を定義し、「計算式」の演算結果が変数にセットされる。一度定義した変数名を参照する場合は、頭に\$を付加すれば次行から使用できる。四則演算、三角関数、条件分岐、文字列操作関数などの「変換仕様書関数ライブラリ」を用意している。

表1 データ変換ロジックの例

入力パラメータ			
項番	データ名	デフォルト値	説明
1	延床面積	1000	建物の延床面積
2	地上階	3	地上部の階数
3	地下階	0	地下部の階数
変換仕様			
項番	データ名	計算式	説明
1	基準階床面積	\$延床面積/(\$地上階+\$地下階)	基準となる階の床面積
2	ゾーンA床面積	\$基準階床面積*0.2	ゾーンAの床面積
3	ゾーンA内壁面積	\$ゾーンA床面積*10	ゾーンAの内壁面積
4	-	-	-
5	...	...	...

## 2. PAL計算

入力の簡易化のため、本ツールが取扱う建物形状は直方体、その基準階は長方形であるものとしている。階段や便所などのコア（非空調域）部分の配置の違いを扱えるように、偏芯コア、サイドコア、センターコア、ダブルコアの6タイプ（図4参照）から選択できる。

PAL計算では表2のように長方形平面の縦横長さ条件でペリメータ・インテリアのゾーニングおよび形状を自動設定する。図7は偏芯コアとゾーニング形状の合成例である。この例では長方形コアの右下頂点の位置により9パターンが考えられ、各ゾーン内の空調域の形状が変化する。他のコアタイプも同様に、コアタイプとゾーニング形状とを合成したうえで、各ゾーンの床面積、外壁・窓面積など負荷計算に必要な諸数値を算定している。

内壁は、非空調域であるコアとの境界壁部分のみ対象とし、非空調域の温度は空調設定室温と外気温度の中間温度であるとして、隣室温度差係数を0.5として扱っている。外壁は、ペリメータ方位別に部在構成、断熱材厚さ、窓の種類や面積率、庇のタイプを指定できる。方位別に隣棟の影響を設定することで日射のあたらない外壁の設定も可能である。（図5、図6を参照）

負荷計算は、事務所の場合平日の8時～18時を空調運転時間帯とし、室温が26 を超える場合は冷房、22 未満の場合は暖房、相対湿度50%を超える場合は除湿、40%未満の場合は加湿するものとして年間計算を行っている。外気負荷は、所定の風量を隙間風としてゾーンに与えて一緒にゾーン負荷として計算している。なお、顕熱負荷と潜熱負荷を計算しているがPAL値の算出で使用するのは顕熱負荷のみである。

文献<sup>2)</sup>にてnewHASP、EDD法とBEST専門版によるPALの計算結果について同様の結果が得られたことが報告されている。図8に示すように本ツールを使用してのEDD法とのPAL計算値の比較も実施し傾向を確認している。

平面形状が長方形でない場合は図9に示す方法で予めデフォルメを行う。この場合、デフォルメの前後で外周の長さが同じであること、床面積が同じであることに注意してデフォルメを行う。図4の入力画面の「縦横長さ(デフォルメ後)」欄にデフォルメ後の寸法を入力する。



図4 建物形状と方位(基準値)

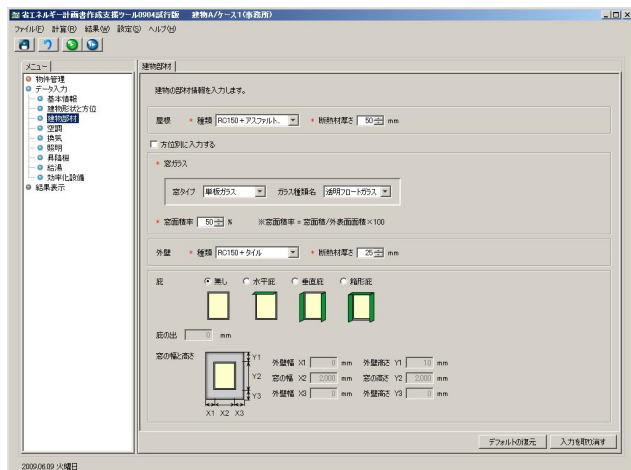


図5 建築部材(屋根、外壁、窓、庇など)

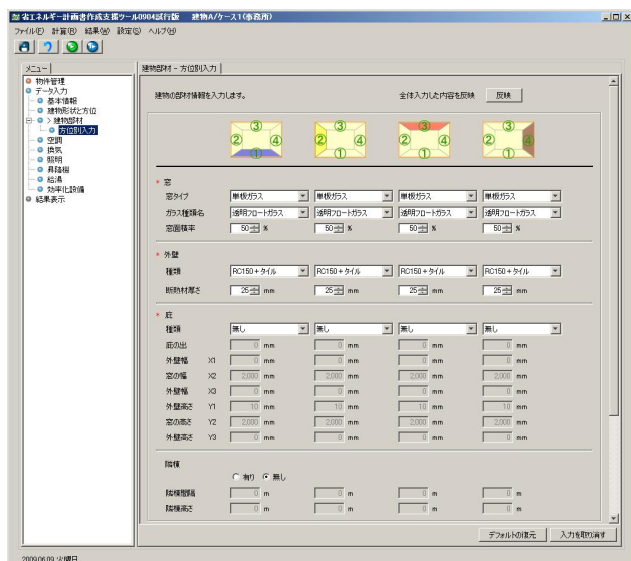


図6 方位別入力の建築部材(屋根、外壁、窓、庇など)

プログラムは必要に応じて仮想ポイドを設定し、インテリアからペリメータの順番でゾーン面積を調整する。

### 3. 計算例

図11にPALと空調1次エネルギー消費量の基本ケース比の計算結果の例を示す。事務所(延床面積1200m<sup>2</sup>、主方位S、階数3、窓面積率50%、偏芯コア、空調システムはビル用マルチEHPを基本ケースとした)について、主方位(8方位)、階数(1~8階)、窓面積率(0~100%)を変化させた計算例である。これら24ケースの一括連続計算に約30分と、比較的短時間に計算結果が得られた。

表2 縦横長ささとゾーニング形状

	横長さ 10m	横長さ > 10m
縦長さ 10m		
縦長さ > 10m		

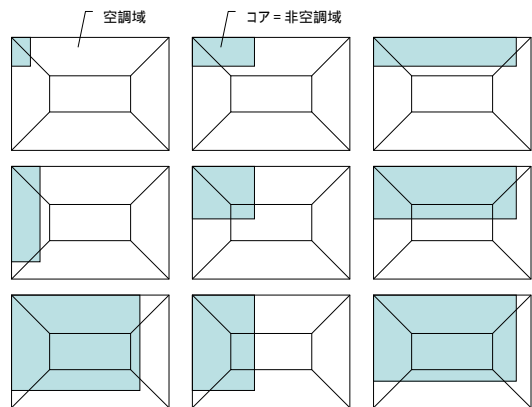


図7 偏芯コア1とゾーニングの合成例(9パターン)

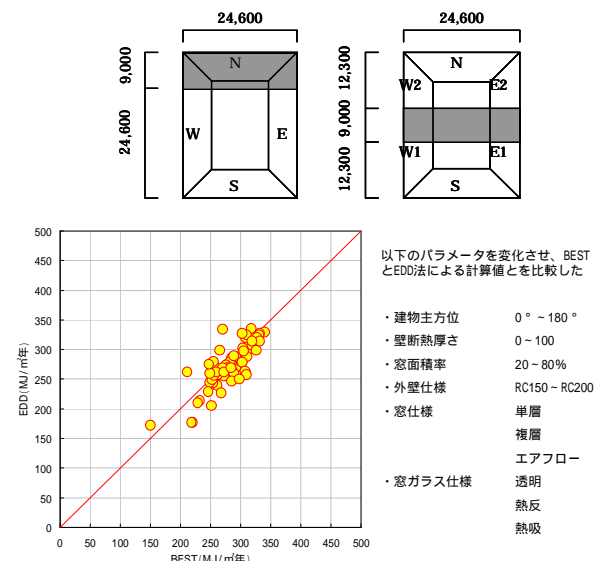


図8 BEST(本ツール)とEDD法との計算値の比較例

### Bビル建物条件

延床面積 4,184.83㎡  
 基準階床面積 505㎡  
 地下1階、地上8階、塔屋1階  
 基準階階高 3.55m  
 EVホール、廊下は空調

- 空調・非空調別ペリメータ周長を確認(空調エリア、非空調エリア)
- 共用部空調エリアは事務室面積に加算する
- ペリメータ周長を合わせ矩形に変形する
- コア外周に合わせてコアを作成し寸法確認
- 仮想床面積・・・524.8㎡を採用(仮想ポイド=19.8㎡)

たて:  $(13\text{m} + 14\text{m}) / 2 = 12\text{m}$   
 たて+:  $12\text{m} + 4\text{m} = 16\text{m}$   
 よこ:  $(30\text{m} + 35.5\text{m}) / 2 = 32.8\text{m}$

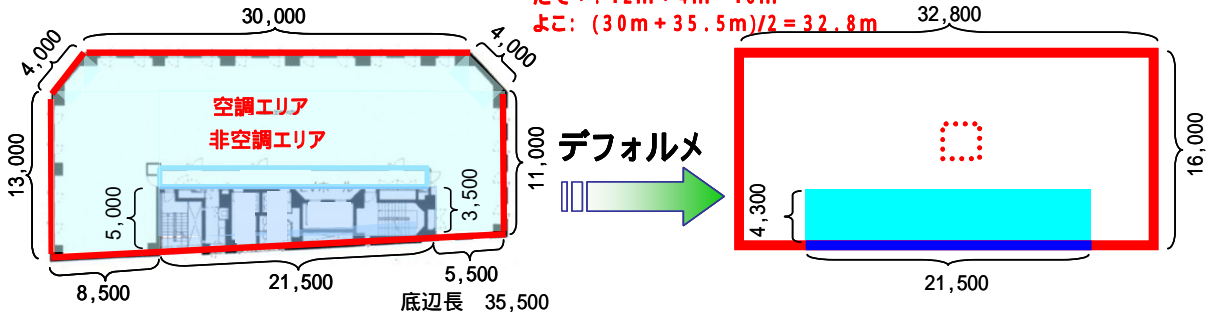


図10 デフォルメ方法の例

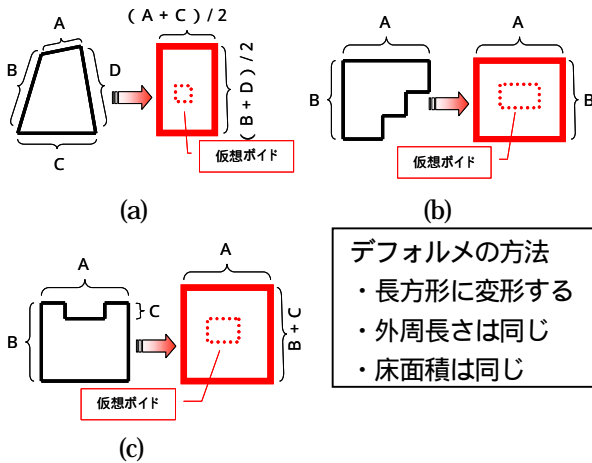


図9 平面形状のデフォルメの方法

### 4. おわりに

本ツールは、PAL や CEC の結果が簡単な入力で短時間に得られ、省エネルギー検討を建物の基本計画段階から手軽に行なうことができる。自動データ作成部分などは今後十分なチューニングを施し、PAL や CEC の届出に使える申請プログラムとしての各種要件を満たせるよう関連官庁と調整していく予定である。

本報では PAL 計算を中心に報告したが、空調、換気、照明、昇降機などの CEC 計算も簡易な入力で短時間に行なえる。建物や建築設備システムのモデルを簡単に構築できるため、BEST 専門版の入力を簡易化するサポートツールとしての使用も計画されている。本ツールで作成した計算エンジン用データが BEST 専門版の UI で操作できるようになればより詳細な検討が可能となる。

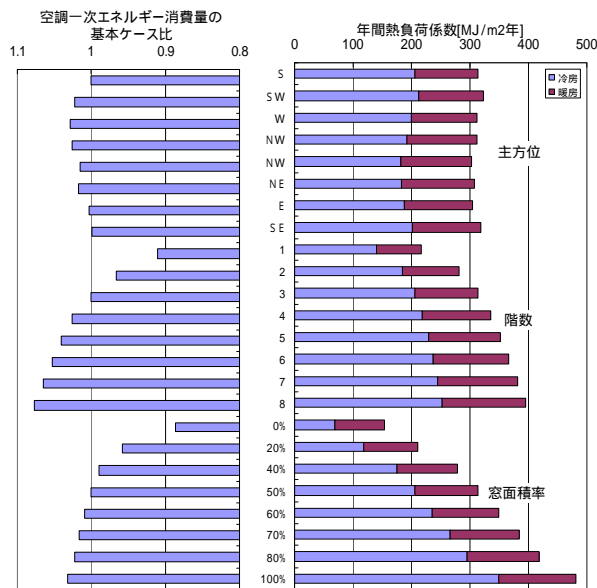


図11 計算結果の例

【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)、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。行政支援ツール開発委員会 名簿(順不同) 委員長:坂本雄三(東京大学院大学教授)、委員:石野久彌(首都大学東京名誉教授)、上田博嗣(大林組)、佐藤正章(鹿島建設)、高井啓明(竹中工務店)、田島昌樹(国土交通省)、野原文男、二宮博史(以上、日建設計)、柳井崇(日本設計)、協力委員:山田陽介(国土交通省)、事務局:生稲清久(建築環境・省エネルギー機構)、行政ツール対応開発委員会 詳細検討WG 主査:野原文男(日建設計)、委員:石野久彌(首都大学東京名誉教授)、岩本静男(神奈川大学准教授)、近藤純一(鹿島建設)、芝原崇慶(竹中工務店)、三木保弘(国土交通省)、矢川明弘(清水建設)、柳井崇(日本設計)、二宮博史、篠原奈緒子(以上、日建設計)、事務局:生稲清久(建築環境・省エネルギー機構)

### 【参考文献】

- 1) 二宮他 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10報)建築学会大会学術講演梗概集、2009.8
- 2) 芝原他 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14報)建築学会大会学術講演梗概集、2009.8
- 3) 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20) 空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 2008.8