

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 121）

改正省エネ基準対応ツールのプログラムの構成

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST(Part 121)

Program Configuration of BEST for the revised energy-conservation standards

正 会 員○二宮 博史（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 野原 文男（日建設計）
 技術フェロー 長谷川 巖（日建設計） 正 会 員 飯田 玲香（日建設計）

Hiroshi NINOMIYA*¹ Shuzo MURAKAMI*² Hisaya ISHINO*³

Fumio NOHARA *¹ Iwao HASEGAWA *¹ Reika IIDA*¹

*¹ Nikken Sekkei Ltd.

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

This paper presents the outline of program configuration of BEST for the revised energy-conservation standards. The making technique of the calculation data with conversion specifications in total enables user interface and the simultaneous parallel development by each specialty of the elucidation part and can perform Extensions and maintenance easily.

はじめに

ここでは省エネ改正基準対応ツール（以後ツールと称す）のプログラムの構成について概要を説明する。本ツールの入力データから設備モデルを構築し専門版エンジン用の入力データを作成する部分について、その仕組みを説明する。

1. プログラムの構成

本ツールのプログラムの全体構成を図1に示す。専門版側のエンジンやデータベースおよび計算結果の取り扱いについては、基本的に省エネルギー計画書作成支援ツール¹⁾と同じである。プログラムは入力から結果の出力までの作業の流れを誘導する①UI(user interface)、入力データから計算エンジン用のデータへの変換方法を定義している②変換仕様書、専門版エンジン用のデータ作成のためのフォーマットを定義した③定義ファイル、④計算エンジンと⑤各種データベースなどで構成されている。①から③と④の追加モジュールおよび⑤の室運用スケジュールは本ツール用に新たに開発したものである。

プログラミング言語は専門版と同じく Java を用いて開発している。一部グラフ表示や表計算ツールとのデータ受け渡しなどのために、オープンライブラリを利用している。実行環境の JRE (Java のプログラムの実行に必要なライブラリ) は内蔵しており、32 ビットと 64 ビットの両方に対応できるようにしている。

1.1 UI

UIは、データ入力、計算実行、結果確認、届出書出力までの作業の流れを誘導し、個々の機能プログラムを統制する主要部分である。入力画面や結果表示など、目に触れる部分については既報²⁾で報告している。室用途の種類、空調システムや熱源機種などの増加により、入力データの処理や受渡しが煩雑となることが想定されたため、①UIと②変換仕様書・③定義ファイルの間のデータ受渡し方法を十分に検討し、変数配列や新たな変換関数を開発するなど、変換受渡しの機能を強化した。

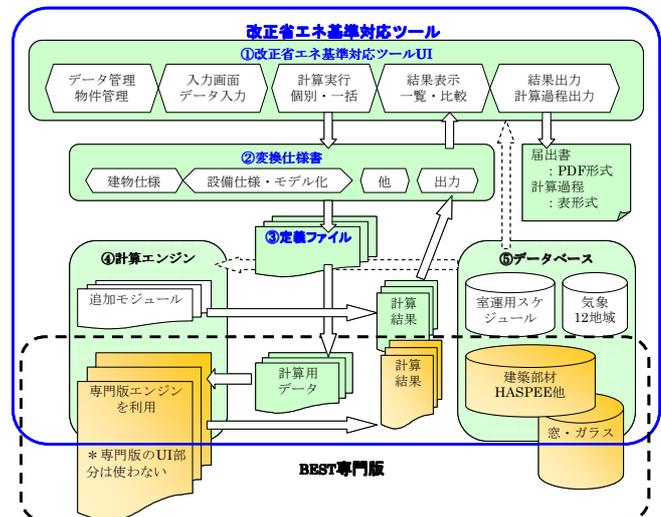


図1 プログラムの構成

1.2 変換仕様書

本ツールで入力したデータを BEST の計算エンジンが取り入れる書式に変換する。この際、不足する情報はデフォルト値あるいは変換定義ファイルあるいは変換仕様書内で設定しておき、これらを変換プログラムが解析し補充している。その仕組みについては後で説明する。

1.3 定義ファイル

設備システムのデータでは、個々のモジュールの実行クラス名、仕様、複数のモジュール間の水や空気の熱媒体や制御信号の受渡しのための媒体接続およびモジュールの計算順序の設定が必要である。定義ファイルは、これらの情報を所定のフォーマットで定義したものである。

1.4 計算エンジン

専門版のエンジンプログラムは、本ツールで使用するものを抽出して軽量のライブラリを作成して利用している。不足する機能を補うために、本ツール専用モジュールを開発し追加している。

1.5 データベース

データベースには建築部材の物性値、窓の物性値、気象データ、室用途の運用スケジュール情報などがある。建築部材の物性値には HASPEE、窓のデータベースは調査した新しい物性値を追加して使用している。

気象データは拡張アメダスの標準年気象データ 2000 年を用いる。主要 12 地点の標準年気象データと 842 地点の設計用気象データを内蔵している。カレンダーは、1 月 1 日が日曜日で始まる曜日パターンを使用している。室用途の運用スケジュールは、約 200 種類の室用途それぞれで定義しており、内容は画面から確認ができる。

2. 設備システムのモデル化と入力データ変換

2.1 設備システムのモデル化と計算

室の上下階の空間は、屋根およびピロティ床を設定した場合は屋外、それ以外は自室と同じ空調条件であるものとして計算を行う。隣接する室が非空調室の場合は、屋外と自室の中間的な環境として計算を行う。

BEST の空調システムの計算では、室が設定温湿度となるように給気の温湿度や風量の調整を PID 的制御で行っている。室の温湿度を観測し、冷温水コイルを流れる冷温水流量や VAV ユニットの風量を操作するフィードバック制御である。このため、空調時間帯が常に設定温湿度となるわけではなく、設定値の近傍で変動した状態となる。

熱源機器の機器特性では運転可能条件もチェックしており、これを外れた場合は運転が停止し負荷は処理しない。また、機器容量が負荷に対して不足する場合も設定値には到達できない。このような場合は、室温は設定値を満たせず上昇し(冷房時)次の計算ステップの処理すべき負荷が増加することとなる。給湯負荷と給湯設備容量、コージェネシステムの電力需要と発電容量のバランスに

よっては、空調と同様のことが起こりうる。このような場合は、適切に負荷処理できたものと比較するとエネルギー消費量が小さい結果となる場合がある。

本ツールでは専門版と同様に、個々の機器や部品の機能をモデル化した設備モジュールを組み合わせてシステムを構築し、建物全体を連成して計算している。コージェネシステムの発電、太陽光発電、蓄電池の充放電などは、申請対象でない設備負荷(ベース電力、給排水衛生設備、照明・コンセント以外の機器など)も含めてより設計時の条件に近い状態で計算できるようにした。

申請のための計算では、設計と基準の2種類のモデル化したデータを作成し同時に計算を行う。計算用入力データの量と計算に要する時間はほぼ2倍となる。

ある設備システムを計算するために必要なモジュール構成やモジュール間の媒体の接続手順など、モデル化のための情報を変換仕様書と定義ファイルに設定している。

2.2 入力データ変換

ツールの開発は、ユーザーインタフェースとプログラムの流れを制御する部分をシステムエンジニアが、エネルギー計算のためのモジュールによるシステムモデル化と専門版計算エンジン用の入力データの作成部分を開発委員側で担当し、同時並行で開発を行った。プログラム経験の浅い委員やメンテナンスの継続性に配慮して、変数名には漢字やひらがなが使用できるようにした。入力画面の項目名や変換後の計算エンジン側の項目名とすることで、変換式の内容確認が容易となり、作成後のメンテナンスや機能改良の作業効率向上に役立っている。

変換仕様書の例を図2に示す。これは、分散型空調方式の室内機セパレート型の変換仕様書の一部を抜き取ったものである。@ARRAY_SIZE、@ARRAY_GETなどはオリジナルの変換関数で表1に示すような処理を行う。

変換は仕様書の上から順番に処理がなされ、データ名列の変数に変換式の列に定義された作業をした結果が代入されるという単純なものである。変数の値を利用したい場合は、頭に\$を付与して変換式を作成する。変数には複数のサブ変数を持つことができ、ピリオドでサブ変数名をつなぐ。例えば、室内機.冷房能力、室内機.冷房消費電力、となり室内機1台の各種仕様を室内機という変数名でまとめて管理ができるようにしている。

表1 変換仕様書の変換関数の例

関数名	説明
@ARRAY_SIZE()	配列のデータ数を返す
@ARRAY_GET()	配列の指定番目の要素を返す
@FOR()~@END_FOR()	指定した回数繰り返す
@STR_SPLIT()	文字列を指定文字で分割した配列を作る
@IF_BLOCK() ~@END_IF()	条件に適合した場合に実行する

項番	データ名	変換式	説明
		// 室内機	
L1	P室内機数	@ARRAY_SIZE(\$P室内機ID[])	
L2	P室内機カウンタ	@FOR(0, \$P室内機数 - 1)	----室内機 loop START
L3			
L4	P室内機名称	@ARRAY_GET(\$P室内機名称[], \$P室内機カウンタ)	
L5	P室内機ID	@ARRAY_GET(\$P室内機ID[], \$P室内機カウンタ)	
L6	P室内機種別	@ARRAY_GET(\$P室内機種別[], \$P室内機カウンタ)	
L7	P室内機冷房能力	@ARRAY_GET(\$P室内機冷房能力[], \$P室内機カウンタ)*1000	[kW]--> [W]
L8	P室内機冷房消費電力	@ARRAY_GET(\$P室内機冷房消費電力[], \$P室内機カウンタ)*1000	[kW]--> [W]
L9	P室内機暖房能力	@ARRAY_GET(\$P室内機暖房能力[], \$P室内機カウンタ)*1000	[kW]--> [W]
L10	P室内機暖房消費電力	@ARRAY_GET(\$P室内機暖房消費電力[], \$P室内機カウンタ)*1000	[kW]--> [W]
L11	P室内機送風量	@ARRAY_GET(\$P室内機送風量[], \$P室内機カウンタ)/3	[m3/h]-> [g/s]
L12	P室内機タイプ	@ARRAY_GET(\$P室内機タイプ[], \$P室内機カウンタ)	
L13	P室内機全熱交換機の有無	@ARRAY_GET(\$P室内機全熱交換機の有無[], \$P室内機カウンタ)	
L14	P室内機全熱交換機熱交換率	@ARRAY_GET(\$P室内機全熱交換機熱交換率[], \$P室内機カウンタ)/100	[%]-> [0-1]
L15	P室内機全熱交換機消費電力	@ARRAY_GET(\$P室内機全熱交換機消費電力[], \$P室内機カウンタ)*1000	[kW]--> [W]
L16	P室内機取入外気量	@ARRAY_GET(\$P室内機取入外気量[], \$P室内機カウンタ)/3	[m3/h]-> [g/s]
L17	P室内機定格加湿能力	@ARRAY_GET(\$P室内機定格加湿能力[], \$P室内機カウンタ)/3.6	[kg/h]-> [g/s]
L18	P室内機枝番	@ARRAY_GET(\$P室内機枝番[], \$P室内機カウンタ)	
L19			
L20	P室内機枝番リスト	@STR_SPLIT(\$P室内機枝番, \$室内機枝番区切り文字)	
L21	P室内機台数	@ARRAY_SIZE(\$P室内機枝番リスト)	
L22	P室内機台数カウンタ	@FOR(0, \$P室内機台数 - 1)	----室内機 台数 loop START
L23			
L24		// 室内機 1 台分の変換パラメータ	
L25	P室内機ID連結	\$P系統ID + " " + \$P室内機ID + " " + @ARRAY_GET(\$P室内機枝番リスト, \$P室内機台数カウンタ)	
L26	P室内機	@ARRAY_NEW(0)	
L27	P室内機	\$P室内機.室内機名称 -> \$P室内機名称	
L28	P室内機	\$P室内機.室内機ID -> \$P室内機ID連結	
L29			
L30	P室内機	\$P室内機.室内機種別 -> \$P室内機種別	設計データ
L31	P室内機	\$P室内機.室内機冷房能力 -> \$P室内機冷房能力	
L32	P室内機	\$P室内機.室内機冷房消費電力 -> \$P室内機冷房消費電力	
L33	P室内機	\$P室内機.室内機暖房能力 -> \$P室内機暖房能力	
L34	P室内機	\$P室内機.室内機暖房消費電力 -> \$P室内機暖房消費電力	
L35	P室内機	\$P室内機.室内機送風量 -> \$P室内機送風量	
L36	P室内機	\$P室内機.室内機タイプ -> \$P室内機タイプ	
L37	P室内機	\$P室内機.室内機全熱交換機の有無 -> \$P室内機全熱交換機の有無	
L38	P室内機	\$P室内機.室内機全熱交換機熱交換率 -> @IF(\$P室内機全熱交換機の有無, \$P室内機全熱交換機熱交換率, 0)	全熱交換機ない場合は効率 0
L39	P室内機	\$P室内機.室内機全熱交換機消費電力 -> \$P室内機全熱交換機消費電力	
L40	P室内機	\$P室内機.室内機取入外気量 -> \$P室内機取入外気量	
L41	P室内機	\$P室内機.室内機定格加湿能力 -> \$P室内機定格加湿能力	
L42	P室内機	\$P室内機.is台数を調整する -> \$is台数を調整するBMin	
L43	P室内機	\$P室内機.操作量の最大値 -> @IF(\$is台数を調整するBMin, 1.1, 1.0)	
L44			
L45	*IF_isベース計算1	@IF_BLOCK(\$isベース計算="true")	基準用データ
L46	P室内機	\$P室内機.室内機名称 -> @STR_COMBINE("BASE ", \$P室内機名称)	
L47	P室内機	\$P室内機.室内機種別 -> \$P室内機種別	
L48	P室内機	\$P室内機.室内機冷房能力 -> \$P室内機冷房能力 * \$cBF	冷房負荷比補正
L49	P室内機	\$P室内機.室内機冷房消費電力 -> \$P室内機冷房消費電力 * \$cBF	冷房負荷比補正
L50	P室内機	\$P室内機.室内機暖房能力 -> \$P室内機暖房能力 * \$hBF	暖房負荷比補正
L51	P室内機	\$P室内機.室内機暖房消費電力 -> \$P室内機暖房消費電力 * \$hBF	暖房負荷比補正
L52	P室内機	\$P室内機.室内機送風量 -> \$P室内機送風量 * \$tBF	冷房負荷比補正
L53	P室内機	\$P室内機.室内機タイプ -> \$P室内機タイプ	
L54	P室内機	\$P室内機.室内機全熱交換機の有無 -> \$P室内機全熱交換機の有無	
L55	P室内機	\$P室内機.室内機全熱交換機熱交換率 -> @IF(\$P室内機全熱交換機の有無, \$P室内機全熱交換機熱交換率, 0)	全熱交換機ない場合は効率 0
L56	P室内機	\$P室内機.室内機全熱交換機消費電力 -> \$P室内機全熱交換機消費電力	
L57	P室内機	\$P室内機.室内機取入外気量 -> \$P室内機取入外気量	
L58	P室内機	\$P室内機.室内機定格加湿能力 -> \$P室内機定格加湿能力 * \$hBF	暖房負荷比補正
L59	P室内機	\$P室内機.is台数を調整する -> false	
L60	P室内機	\$P室内機.操作量の最大値 -> 1.0	
L61	*IF_isベース計算1	@END_IF()	
L62			
L63		// 接続先室外機	室外機との接続物理名の処理
L64	P接続検索key	@ARRAY_NEW(2, \$P室内機ID, @ARRAY_GET(\$P室内機枝番リスト, \$P室内機台数カウンタ))	
L65	P接続先室外機ID	@ARRAY_SEARCH(\$P接続リスト[], \$P接続検索key)	
L66	P室内機	\$P室内機.接続先室外機ID -> \$P接続先室外機ID	
L67	P接続先室外機接続名	\$P接続先室外機ID + " " + \$P室内機ID連結	
L68	P室内機	\$P室内機.接続先室外機接続名 -> \$P接続先室外機接続名	
L69	P室内機	\$P室内機.冷媒配管長 -> 0	
L70	P室内機	\$P室内機.冷媒配管修正高さ -> 0	
L71			
L72		// 接続先室	室との接続物理名の処理
L73	P接続先室ID	@ARRAY_SEARCH(\$P接続リスト[], \$P室内機ID連結)	
L74	P室内機	\$P室内機.接続先室ID -> \$P接続先室ID	
L75	P接続先室接続名	\$P接続先室ID + " " + \$P室内機ID連結	
L76	P室内機	\$P室内機.接続先室接続名 -> \$P接続先室接続名	
L77	P接続先室検索結果	@ARRAY_SEARCH_KEY_VALUE(\$P接続リスト, ID, \$P接続先室ID)	
L78	室内機接続数	@ARRAY_SIZE(\$P接続先室検索結果)	
L79			
L80	P室内機リスト	@ARRAY_ADD(\$P室内機リスト, \$P室内機)	定義ファイルへの変数配列に登録
L81			
L82	P室内機台数カウンタ終了	@END_FOR(\$P室内機台数カウンタ)	----室内機 台数 loop END
L83	P室内機カウンタ終了	@END_FOR(\$P室内機カウンタ)	----室内機 loop END

図2 変換仕様書の記述例 (分散型室内機部分)

定義行の内容 ⇒ クラス名 + [spec]仕様 + [connect]接続 + [sequence]計算オーダー
 ↓ (仕様、接続など複数あるものは ‘ ’ で連結する)
 モジュールのクラス名#1, [spec], 項目名 1#値 1, 項目名 2#値 2, …, [connect], 接続論理名 1#物理名 1, 接続論理名 2#物理名 2, …, [sequence], 2110000

図3 定義ファイルの定義行の概要

```

<!-- ■■BMin -->
<best-conv:for name="Cn" begin="0" end="@室内機 count@">!-- BMIN ループ開始 -->
  ~省略~air.ControlAHUModule#1, [spec], 名称#BMIN CTRL 制御~省略~, [sequence], 2110000
  ~省略~air.PIDVelocity3ModeSelfTuningObserveZoneEnvModule#1, [spec], 名称#BMIN PID 制御~省略~, [sequence], 2300000
  ~省略~air.@室内機クラス {} [Cn]@#1, [spec], 名称#BMIN @室内機リスト[Cn]. 室内機 ID@ 室内機 20101212. 機器種別#@室内機特性 {} [Cn]@. 機器種別 [-]#@室内機特性 {} [Cn]@. 台数 [-]#1, 定格冷房能力[W]#@室内機リスト[Cn]. 室内機冷房能力@, 定格暖房能力[W]#@室内機リスト[Cn]. 室内機暖房能力@, 定格暖房能力 (潜熱) [W]#1000, 定格風量[g/s]#@室内機リスト[Cn]. 室内機送風量@, 定格消費電力冷房時[W]#@室内機リスト[Cn]. 室内機冷房消費電力@, 定格消費電力暖房時[W]#@室内機リスト[Cn]. 室内機暖房消費電力@, 機器起動停止負荷率 [-]#0.10, 冷媒管長[m]#@室内機情報リスト[Cn]. 冷媒配管長@, 冷媒管高低差[m]#@室内機情報リスト[Cn]. 冷媒配管補正高さ@, 定格加湿能力[g/s]#@室内機リスト[Cn]. 室内機定格加湿能力@, 加湿効率 [-]#0.95, 加湿飽和効率 [-]#0.7, 加湿 On・Off 設定値 [-]#0.4, 取入外気量[g/s]#@室内機リスト[Cn]. 室内機取入外気量@, 全熱交換器効率 [-]#@室内機リスト[Cn]. 室内機全熱交換機熱交換率@, 顕熱交換率 [-]#@室内機リスト[Cn]. 室内機全熱交換機熱交換率@, エンタルピー交換効率 [-]#@室内機リスト[Cn]. 室内機全熱交換機熱交換率@, 全熱交換器バイパスあり [-]#@室内機リスト[Cn]. 室内機全熱交換機の有無@, バイパス制御の有無 [-]#@室内機リスト[Cn]. 室内機全熱交換機の有無@, 内部ファンで給排気する [-]#true, 相数 [-]#3, 電圧[V]#200, 周波数[Hz]#50, 力率 [-]#0.8,
  ~省略~ [connect], ~省略~LO_airIn0A#SD2airOut0A_SystemWeather, LO_airInRM#SD2airOut_BMIN@室内機リスト[Cn]. 接続先室接続名@ZONEA, LO_airOutRM#SD2airOut_BMIN@室内機リスト[Cn]. 接続先室接続名@, ~省略~, LO_eleIn#0zeleIn_BMIN@室内機リスト[Cn]. 室内機 ID@, LO_valOutLine#SD2va_OutLine_BMIN@室内機リスト[Cn]. 接続先室外機 ID@, LO_valInCtrl#SD2va_OutCtrl_BMIN@室内機リスト[Cn]. 室内機 ID@~省略~, [sequence], 2310000
  ~省略~ZoneAirforSystemModule#1, [spec], 名称#BMIN ZONEA ゾーンシステムAir接続用, MultiSpaceName#フロア, ZoneName#@室内機リスト[Cn]. 接続先室ID@, ~省略~ [connect], L2_recOut#RD2common*, L1_swIn#CD2swcOut_BMIN@室内機リスト[Cn]. 室内機ID@, LO_airIn#SD2airOut_BMIN@室内機リスト[Cn]. 接続先室接続名@, LO_airOut#SD2airOut_BMIN@室内機リスト[Cn]. 接続先室接続名@ZONEA, LO_envOut#SD2envOut_BMIN@室内機リスト[Cn]. 接続先室接続名@ZONEA, .. [sequence], 1000002
  ~省略~EnlargeWattEleModule#1, [spec], 名称#BMINenWattEle 消費電力拡大~省略~, [sequence], 2310000
</best-conv:for>!-- BMIN ループ終了 -->
  ~省略~DistributionBoad_nOut1InnInGenModule#1, [spec], 名称#BMIN DB3 動力盤~省略~, [sequence], 2960000

```

図4 定義ファイルの定義行の例

定義ファイルは、専門版の個々の設備モジュールの仕様 (best_spec) とモジュール間接続の情報 (best_sequence_connect) を合成したもので、一つのモジュールの仕様と接続情報を1行で定義している。図3図4はそのフォーマットの概要と定義例である。行の先頭がクラス名で始まり、仕様 (項目名とその値) と接続情報 (論理名と物理名) が必要数列記し最後に計算オーダーのデフォルト値を記入する。仕様の値と接続情報の物理名の場所に、変換仕様書で定義した変数名を埋め込んでおくと、定義ファイルの展開時に値に置換されて専門版エンジン用データが作成される仕組みである。定義1行の文字数に制限はなく、蓄熱制御モジュールでは設定項目や制御対象機器の接続が多いため、このモジュールの定義に約 6,600 文字を要した。連報(その 124)で報告する病院の例では、計算エンジン用データは約 7,000 個のモジュールへ展開されている。接続ノード数は約 88,000 ノードで、モジュール間の媒体の接続作業が不要である点は、作業時間の短縮に大きく貢献している。

本ツールは申請ツールとしての利用だけでなく、計画の初期段階の検討から竣工後の運用段階での性能確認などでの活用を想定している。ここで紹介した、変換仕様書や変換定義ファイルは開発者版ではカスタマイズが可能であり、新機種や新システムの検討は変換仕様書の見直しで対応できる。また、本ツールは評価基準値をその都度計算しているため、省エネルギーの強化などで基準

仕様に変更があっても、変換仕様書の基準仕様の定義部分を見直すだけで迅速柔軟に対応が可能である。

3. まとめ

改正省エネ基準対応ツールのプログラム構成の概要と、本ツールの入力データから BEST 専門版計算エンジン用の入力データを作成する変換過程を説明した。多数の建物を所有するオーナーには、独自の仕様を定めているところが多くあると聞く。その仕様を変換仕様書の定義とすれば、自社仕様の評価ツールとしても使用ができる。本ツールが活用されることを期待する。

【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、菟田英晴(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) 事務局長:生稲清久、石田真理(建築環境・省エネルギー機構)

【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63) 省エネルギー計画書作成支援ツールの特徴(その2)空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集2010.9 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