

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 65）
エネルギー・資源の面的利用の検討への BEST の応用

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST(Part 65)
Apprication of the BEST to the examination of the terms of use of are that consists of small
buildings energy and resouces

正 会 員 二宮 博史（日建設計）
正 会 員 坂本 雄三（東京大学）
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 長井 達夫（東京理科大学）

Hiroshi NINOMIYA*¹ Shuzo MURAKAMI*² Yuzou SAKAMOTO*³

Hisaya ISHINO*⁴ Fumio NOHARA *¹ Tatsuo NNAGAI *⁵

*¹ Nikken Sekkei Ltd. *² Building Research Institute *³ The University Of Tokyo

*⁴ Tokyo Metropolitan University *⁵ Tokyo University of Science

This paper presents the outline of Apprication of the BEST to the examination of the terms of use of are that consists of small buildings energy and resouces.

はじめに

BEST 専門版では、熱源廻りや空調機廻りなど設備システムの一部を対象とする部分検討や、建物設備全体テンプレートによる建物全体を対象とする検討への使用例などが既に報告されている。¹⁾ BEST 省エネルギー計画書作成支援ツール（以降 BEST 支援ツールと呼ぶ）は 300～5000m² の建物を簡単な入力でモデル化し PAL や CEC の計算結果を短時間で得ることができ、基本設計段階での省エネルギー検討の利用に役立つと考えられている。建物の省エネルギーに関しては建物単体で行なうものが主であったが、余剰熱や発電電力を近隣の建物間で相互利用しさらに省エネルギー化を図る面的利用の実施例も増えてきている。小規模建物のモデル化には BEST 支援ツールの自動設計機能の利用が効率的と考えた。

本報では、拡充したテンプレートの紹介とそれらを利用しての設計ツールへの展開について提案し、BEST 支援ツールの省エネルギー検討への応用の一例として小規模な建物で構成されたエリアのエネルギー等の面的利用の検討に BEST 支援ツールを使用したその手法と計算例を紹介する。

1. テンプレートの拡充

空調に関連する、ゾーン、空調機・FCU、熱源のテンプレートについて代表的な機種を容量別に用意し、また、機器容量の決定をサポートする仮設調整テンプレートをも新たに追加するなど、拡充を行ったので以下に紹介する。

1.1 ゾーンテンプレート

単一ダクト方式用に新たに 10 ゾーンを接続済みのゾーンテンプレートを CAV 用と VAV 用として追加した。

1.2 空調機・FCU テンプレート

空調機テンプレートでは、送風量 2000CMH～16000CMH の 19 機種を CAV 方式と VAV 方式にそれぞれ追加した。カセット型 FCU テンプレートに、200 番～1200 番の 6 機種を追加した。

1.3 熱源テンプレート

熱源テンプレートでは、HP チラー 6kW～530kW の 15 機種、HP ブラインチラー 93kW～270kW の 6 機種、真空温水ヒータ 46kW～698kW の 14 機種、冷温水発生機 70kW～1744kW の 15 機種を追加した。

以上の機器仕様は、建築設備設計基準の各機器の諸元表を参考として作成した。

1.4 仮設調整テンプレート

仮設調整テンプレートでは、空調機と熱源を開発した。仮設調整テンプレートは、システムの構成部品として接続することで、その場所での時に必要な熱量、水量、風量などを自ら調整して水や空気媒体の出口状態を決め、下流に接続されたモジュールへ渡すことができる。

空調機仮設調整テンプレートでは、送風温湿度と冷温水の出入口温度差および外気量を条件として与え、VAV システムの空調機として接続し計算を実行する。必要な送風量は VAV 用ゾーンテンプレートの VAV ユニットで決まり、空調機仮設調整テンプレートの入口空気風量

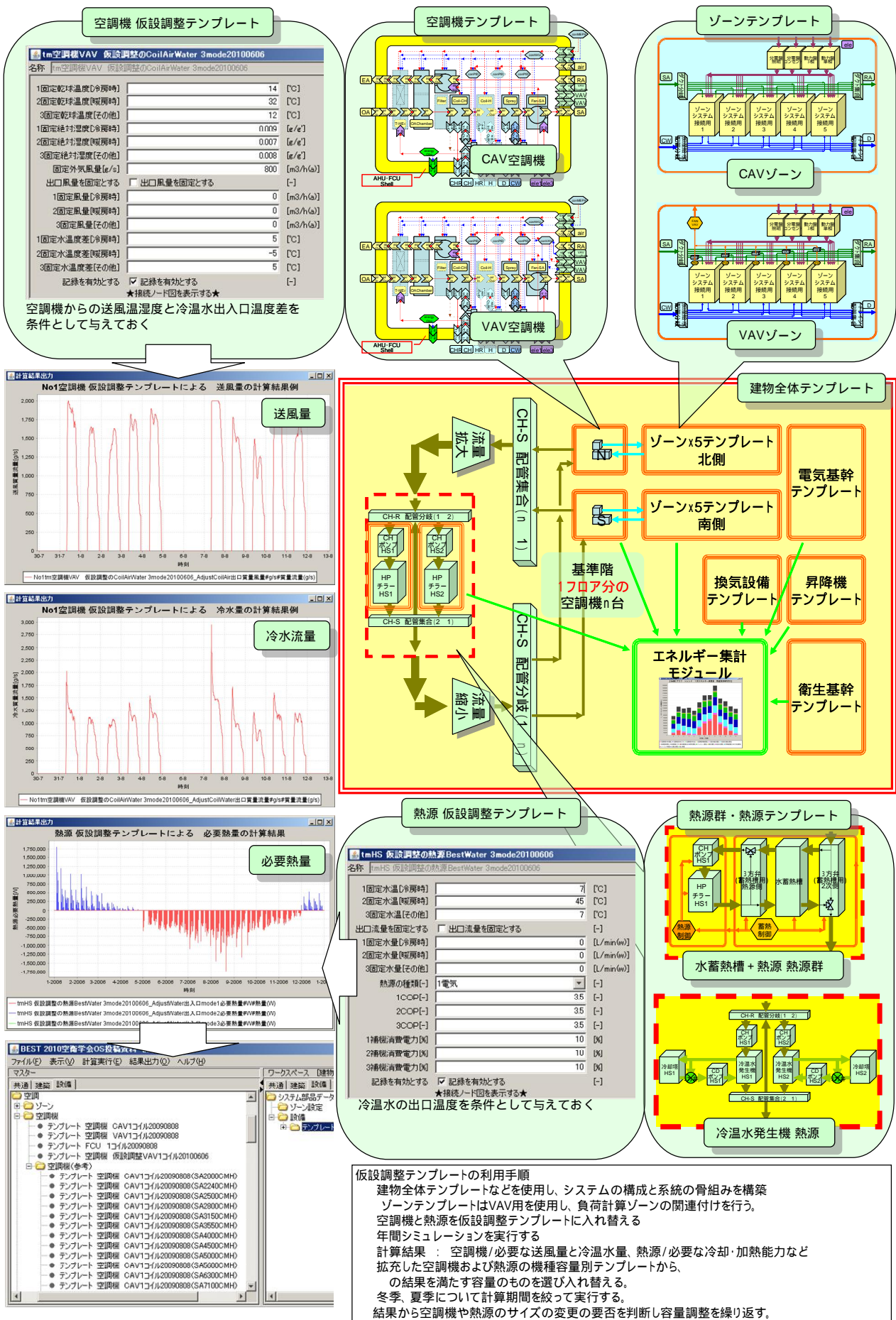


図1 仮設調整テンプレートの利用手順

として伝わる。外気取入分を考慮して出入口空気のエンタルピ差をコイル負荷としている。また、コイル負荷と与えた出入口温度差から必要な冷温水量を求めている。

熱源の仮設調整テンプレートでは、冷温水の出口温度を条件として与え、空調システムの熱源として接続し計算を実行する。必要な熱源の冷却・加熱能力は、冷温水の出入口温度差と流量から求めている。

仮設調整の空調機および熱源の年間シミュレーションの結果の最大値などから、空調機の必要送風量、冷温水コイルの冷却・加熱能力、冷温水量、熱源の冷却・加熱能力を得ることができる。

2. 設備設計計算書としてのシミュレーションの活用

空調設備設計において機器の仕様決定は、まず建物の最大負荷計算を行い、次に計画したシステムの系統を考慮しながら系統別に負荷集計を行い、さらに採用する省エネ手法の効果量を配慮しながら外気負荷などを加減し、これらの手順を経てようやく空調機のコイルや熱源機器の容量が決まる。これらの過程を記録したものを設備設計の計算書として残すのが一般的な設計手順である。

拡充したテンプレートを活用することで、シミュレーションによる熱源・空調機器の仕様決定を効率的に行うことが可能となる。以下に手順する。なお、必要なゾーン割りとその負荷計算用建物側データは作成済みであるとす。(図1)

まず建物全体テンプレートなどを使用し、システムの構成と系統の骨組みを構築する。ゾーンテンプレートはVAV用を使用し、負荷計算ゾーンの関連付けを行う。

空調機と熱源を仮設調整テンプレートに入れ替える。冷温水や送風の出口条件を設定する。年間シミュレーションを実行する。計算結果として、空調機では必要な送風量と冷温水量、熱源では、必要な冷却・加熱能力などが得られる。拡充した空調機および熱源の機種容量別テンプレートから、の結果を満たす容量のものを選び入れ替える。冬季、夏季について計算期間を絞って実行し、空調時間帯のゾーンの温湿度の状態をヒストグラム表示モジュールなどで確認する。温湿度の分布結果から空調機のサイズの変更の要否を判断し空調機の容量を調整する。2次側の調整後、熱源の調整を同様に行う。熱源の容量の適正化には、熱源の出口温度の状態をヒストグラム表示モジュールなどで確認すれば良い。

空調系統や熱源系統の負荷の集計作業は、機器モジュールがその接続状況に応じてリアルタイムで行っているため、事前の負荷集計作業は不要であり、計算結果として出力される。仮設調整テンプレートは一般的な条件をデフォルト値として与えているので、建物負荷計算データが用意できれば、仮設調整テンプレートと建物全体テンプレート等を組み合わせることで容易にシミュレーシ

ョンを始めることができる。また、複数年の気象データによる計算が可能となる予定で、猛暑や冷夏なども事前検討が1度の計算で可能となる。

テンプレートはユーザーがカスタマイズ可能な仕組みとなっており、新たな機器テンプレートの追加やデフォルト値の変更が自由に行える。空調設備機器メーカーから実在機の機器情報がテンプレートの形で提供されBESTで利用可能になると効率よく良質の設計が可能となる。

3. 複数の建物を対象とする場合のモデル化

BESTのシステムの構築は、機器・部品などの設備モジュールを組み合わせを行い、部分システムの検討から建物全体の検討もできることを報告している。計算時間の問題や計算機のメモリ容量などの制約などがあるが、地域熱供給など複数の建物の検討にも対応は可能である。

複数の建物のモデル化の方法として、建物全体テンプレート等を利用して構築し、建物群全体を連成して計算する方法(図2)と、建物ごとの計算結果を境界条件として用意し境界条件媒体変換モジュールにて非連成で計算する方法(図3)が考えられる。後者の計算結果を既存建物の実測値データに置換えることも可能である。

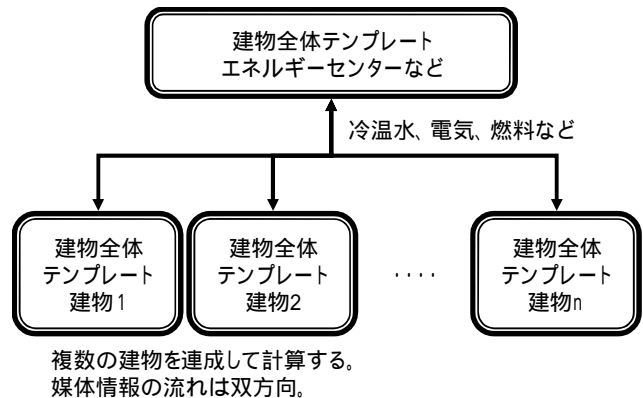


図2. 複数の建物をテンプレートでモデル化する例

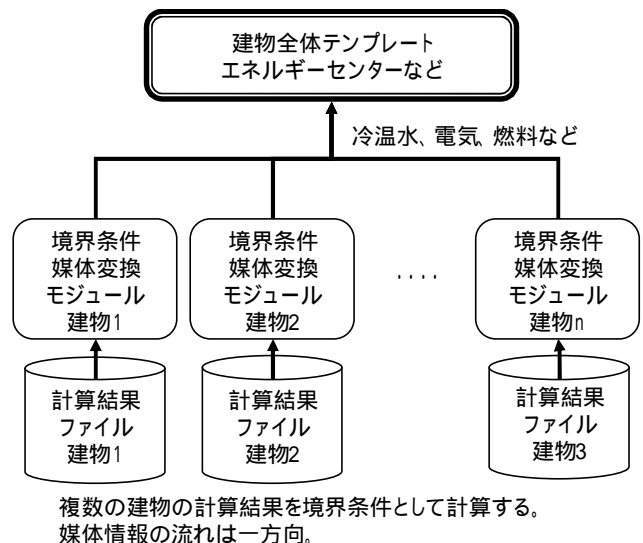


図3. 複数の建物を境界条件としてモデル化する例

前者では、熱媒体や情報が双方向に伝達されるためエネルギーや資源の面的利用やデマンド制御などの検討に適していると考えられる。後者は媒体情報の流れは1方向のため、エネルギーセンターの設備容量の計画やエネルギーおよび資源の集計などに利用できると考えられる。

4. BEST 支援ツールの応用例

BEST 支援ツールの簡単な入力で短時間に建物をモデル化し計算できる利点に着目し、複数の小規模な建物からなるエリアのエネルギー等の面的利用の可能性検討への利用を試みた。対象として図4に示す都内の某駅周辺の横 210m × 縦 140m の範囲の建物を対象とする。エリア内の建物の条件と BEST 支援ツールへの入力状況を表1に示す。住宅についてはホテルの客室部として計算を行った。個々の建物のエネルギー消費量の結果を図5に示す。

表1 エリア内の建物条件

建物記号	用途	横 m	縦 m	階数	基準階床面積 m ²	延床面積 m ²	延床面積 フォルム後 m ²	コアタイプ	主方位	給湯能力 負荷	給湯能力 kW	照明等 W/m ²
1 O-1	事務所等-1	19	5	3	95	285	285	サイドコア	-135	なし		20
2 O-2	事務所等-2	17	5	3	85	255	255	サイドコア	-135	なし		20
3 O-3	事務所等-3	7	10	3	70	210	210	サイドコア	-45	なし		20
4 O-4	事務所等-4	7	10	2	70	140	140	偏芯コア	-45	なし		20
5 O-5	事務所等-5	7	7	2	49	98	98	偏芯コア	0	なし		20
6 O-6	事務所等-6	15	7	3	105	315	315	偏芯コア	-45	なし		20
7 O-7	事務所等-7	7	10	1	70	70	70	偏芯コア	-45	なし		20
8 S-1	物販店舗等-1	5	18	3	90	270	270	偏芯コア	-135	なし		30
9 S-2	物販店舗等-2	5	19	3	95	285	285	偏芯コア	-135	なし		30
10 S-3	物販店舗等-3	5	12	3	60	180	180	偏芯コア	-135	なし		30
11 S-4	物販店舗等-4	8	12	3	96	288	288	偏芯コア	135	なし		30
12 S-5	物販店舗等-5	8	12	3	96	288	288	偏芯コア	135	なし		30
13 S-6	物販店舗等-6	4	12	2	48	96	96	偏芯コア	135	なし		30
14 S-7	物販店舗等-7	18	10	3	180	540	540	偏芯コア	135	なし		30
15 S-8	物販店舗等-8	11	7	2	77	154	154	偏芯コア	-135	なし		30
16 S-9	物販店舗等-9	11	10	3	110	330	330	偏芯コア	45	なし		30
17 H-1	住宅-1	10	18	5	180	900	900	サイドコア	-45	19人	77	15
18 H-2	住宅-2	5	10	2	50	100	100	サイドコア	135	2人	8	15
19 H-3	住宅-3	8	10	3	80	240	240	サイドコア	-45	5人	20	15
20 H-4	住宅-4	10	10	2	100	200	200	サイドコア	-45	4人	16	15
21 H-5	住宅-5	30	34	3	1020	3060	2340	サイドコア	-45	64人	260	15
22 H-6	住宅-6	5	7	3	35	105	105	サイドコア	-45	2人	8	15
23 H-7	住宅-7	5	9	3	45	135	135	サイドコア	45	3人	12	15
24 H-8	住宅-8	15	12	4	180	720	720	サイドコア	45	15人	61	15
25 H-9	住宅-9	12	20	4	240	960	960	サイドコア	45	20人	81	15
26 H-10	住宅-10	4	9	3	36	108	108	サイドコア	45	2人	8	15
27 H-11	住宅-11	4	9	3	36	108	108	サイドコア	45	2人	8	15
28 H-12	住宅-12	4	9	3	36	108	108	サイドコア	45	2人	8	15
29 H-13	住宅-13	10	15	2	150	300	300	サイドコア	-135	6人	24	15
30 H-14	住宅-14	9	12	4	108	432	432	サイドコア	135	9人	37	15
31 H-15	住宅-15	12	10	4	120	480	480	サイドコア	45	10人	41	15
32 H-16	住宅-16	6	5	2	30	60	60	サイドコア	-45	1人	4	15
33 H-17	住宅-17	8	10	3	80	240	240	サイドコア	-45	5人	20	15
34 H-18	住宅-18	3	11	3	33	99	99	サイドコア	45	2人	8	15
35 Hos-1	病院等-1	9	10	1	90	90	90	偏芯コア	-45	なし		12
36 Hos-2	病院等-2	9	8	1	72	72	72	偏芯コア	-45	なし		12
37 Hos-3	病院等-3	10	9	2	90	180	180	偏芯コア	-45	5人	20	12
38 Hos-4	病院等-4	11	6	2	66	132	132	偏芯コア	-45	4人	16	12
39 Sc-1	学校等-1a	80	9	3	720	2160	2160	ダブルコア	-45	なし		20
40 Sc-1	学校等-1b	37	14	3	518	1554	1554	ダブルコア	45	なし		20
41 Sc-2	学校等-2	10	10	2	100	200	200	ダブルコア	-45	なし		20
42 R-1	飲食店舗等-1	18	18	1	324	324	324	偏芯コア	-135	97.2 m ²	40	30
43 R-2	飲食店舗等-2	5	17	3	85	255	255	偏芯コア	-135	76.5 m ²	31	30
44 R-3	飲食店舗等-3	11	13	2	143	286	286	偏芯コア	-135	85.8 m ²	35	30
45 R-4	飲食店舗等-4	8	12	3	96	288	288	偏芯コア	-45	86.4 m ²	35	30
46 R-5	飲食店舗等-5	15	14	2	210	420	420	偏芯コア	-45	126 m ²	51	30
47 R-6	飲食店舗等-6	6	13	3	78	234	234	偏芯コア	45	70.2 m ²	29	30

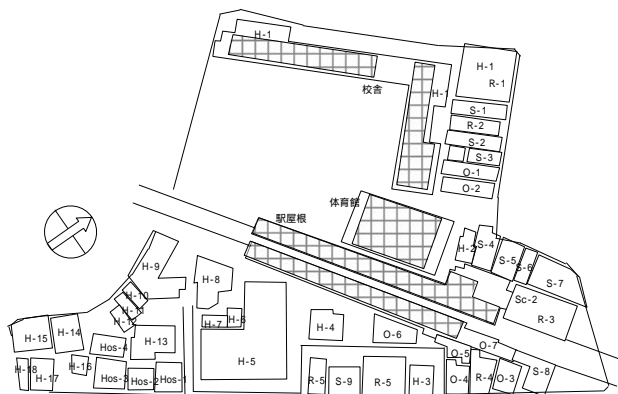


図4 対象とした某駅周辺の状況

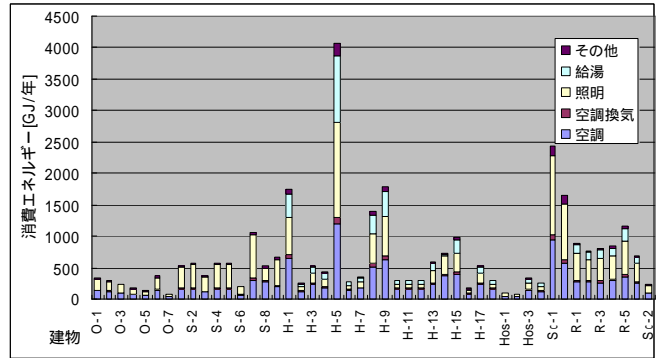


図5 個々の建物のエネルギー消費量の結果

対象範囲内にある公共施設の学校の校舎と体育館および駅舎の日照条件の良い屋根の一部計約2300m²を利用し、太陽光発電(公称出力285kW 水平設置)と給湯への太陽熱利用(平板式集熱面積2000m² 水平設置)を設置した場合の効果を非連成の方法で検討した。太陽光発電で2348GJ/年(全体の7.3%)、太陽熱利用で2116GJ/年(全体の6.6%)の一次エネルギーの削減の可能性があるという結果を得た。

5. まとめ

拡充したテンプレートの紹介とそれらを利用しての設計ツールへの展開について提案した。仮設調整テンプレートを利用することで容易にシミュレーションを開始できることを示した。また、応用例として小規模な建物で構成されたエリアのエネルギーおよび資源の面的利用の検討を、BEST 支援ツールを使用して行なうその手法と計算例を紹介した。建物と設備のモデル化が簡単に行なえ、専門版にデータを引き継ぐことで、さらに詳細な省エネルギー・省資源の可能性の検討ができるといえる。

【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)」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(石野久彌委員)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(神奈川県(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、飯田玲香(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)

【文献】 1) 二宮・村上・石野・長井・菅長・菰田: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29)。(その42) 空気調和・衛生工学会大会学術講演梗概集, pp.1117-1120, 2008.8, pp.651-654, 2009.9
2) 二宮・村上・坂本・石野・野原: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、日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.977-978, 2009.8、野原・村上・坂本・石野: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) 空気調和・衛生工学会大会学術講演梗概集, pp.643-646, 2009.9