

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 43）
ユーザ・インタフェースと建物・エンジン等との構成について

Development of an Integrated Energy Simulation Tool

for Buildings and MEP Systems, the BEST (Part 43)

The Structure of User Interface, Building and Engine

正会員 ○内海 康雄（宮城高専） 特別会員 村上 周三（建築研究所）
正会員 坂本 雄三（東京大学） 正会員 菅長 正光（菅長環境・設備一級建築士事務所）
正会員 野原文 男（日建設計） 正会員 櫻井 文雄（日建設計）
正会員 二宮 博史（日建設計）

Yasuo Utsumi *¹ Shuzo MURAKAMI*² Yuzo SAKAMOTO*³

Masamitsu SUGANAGA*⁴ Fumio NOHARA*⁵ Fumio SAKURAI*⁵ Hiroshi NINOMIYA*⁵

*¹ Miyagi National College of Technology *² Building Research Institute *³ The University of Tokyo

*⁴ Suganaga Architecture Office *⁵ Nikken Sekkei

It is essential to provide the use interface (UI) of BEST that is user-friendly to users and developers. Concerning to the professional version of BEST, it was intended to equip the primary function of UI and to promote the participation of the third parties who develop the UI as their business. This paper describes some projects related to the data structure and the tasks of the energy simulation and proposes the structure of BEST. It consists of the interface, the adaptor and the bridge that transfer the simulation data including the building, engine, building equipments, etc. and have the specification of the data to the third parties.

1. はじめに

BESTの主な目的は建物全体のエネルギー消費量を算出して設計に役立てることである。その際に必要な入力データは膨大であり、個別の設備間で複雑に関係しており、これらを踏まえた使いやすいユーザ・インタフェース（以下UI）の開発が重要である。

BESTは、全部で5つのバージョンの開発を想定しているが、前報^{1, 2)}では、専門版(BEST-P)について開発したUIの特徴や画面について説明した。専門版の開発においては、当初より基本的なUIを用意するが、サードパーティーのUI開発への参入を想定している。これにより、使用方法に応じた多様なUIの開発・提供されて、よりユーザにとっての利便性が大きくなることが期待される。米国のEnergy Plusなどにその例が見られる。

本報では、連成計算とUIについて概観した上で、専門版の建物・設備・計算エンジンなどの構成についてUI作成WGでの検討内容について述べる。

2. 建物と設備の連成計算の現状と課題

2. 1 幾つかの先端的な事例

建物のエネルギー・シミュレーションのツールの重要性は、EUのEPBDにおけるシミュレーションの利用の明記などにより明らかである。

近年、国際エネルギー機関のECBCSにおいて街区の効

率的なエネルギー管理が着目され Annex51 (Energy Efficient Communities、エネルギー効率の高いコミュニティ)³⁾ が発足した。一方、DOEのシミュレーション・ツールの紹介ウェブ⁴⁾ に掲載された365本のツールでは、上記の要求を満足するものは見当たらず、様々な熱計算ツール、CADなどを統合的に扱っている例はごく少数である。

例えば、アルバートカーン社が20本以上のソフトウェアをデータベースで一元管理している例⁵⁾、EVE (Enriched Virtual Environment) プロジェクト⁶⁾ やNBDM (Neutral Building Data Model) プロジェクト⁷⁾ などがある。これらにおいては順に、異なるツール間でのデータの互換性の確保、世界標準とされるIFCフォーマットに基づいて光・音・熱・空気のシミュレーションや人工現実感を用いた入出力の統合を行っている。

最後のNBDMでは、IFCに基づいているが必要最小限のデータ構成でツール間のデータ互換性の確保を実現している。ifcXML(文8図3参照)に応じて建物の熱計算を行うが、図2. 1に示すデータ構造を持つ。この例では、建物クラスには9個のサブクラスが含まれるのみであり、IFC全体を使う際の5%未満のデータ量になると主張している。NBDMがすべてのIFCをサポートしているわけではないが、図2. 2にある幾つかの熱シミュレーション・ツールの間ではデータ互換が実現している。今後の方向

性の一つとして注目される。

全体的に見て、これらの方法が一般的になっているとは言いが、次の点が重要となると考えられる。

- 1) 建物・街区、建築設備、熱・空気・音・光など異なる大きさと機能を含む連成計算
- 2) 建物の設計・建設・管理・取り壊しの作業を一貫して扱えるデータ構造
- 3) 設計者・施工者・管理者・使用者・オーナー・行政などの関係者が情報を必要な範囲で共有できること

2. 2 現状での課題

これらのプロジェクトにおける課題は広範なものであるが、BEST と関連しては以下のものが挙げられる。

- 1) シミュレーションにおける建物自体と関連する気象データ等の、共通のデータ構造あるいは情報交換の枠組みに対する方法論が必要である。この際、建物の躯体と建築設備、熱・空気・音等の連成計算を行う際のデータ構造を作成するが、企画から取り壊しまでの時間の流れにも対応できるように考えるべきであり、建物モデル、設備モデル、部材等のデータベース等からなるモジュール構造を持つことになる。
- 2) インターネット上における利用を考慮して、関係するデータの種別・蓄積等の仕様を、実際に使えるように考える。
- 3) 設計者・施工者・管理者・使用者・オーナー・行政等の関係者が情報を必要な範囲で共有できる UI について

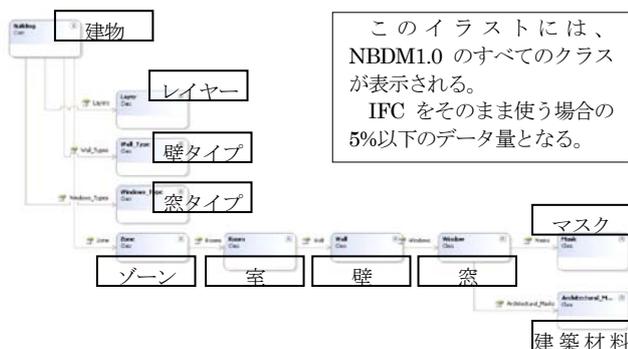


図 2. 1 NBDM による建物モデル

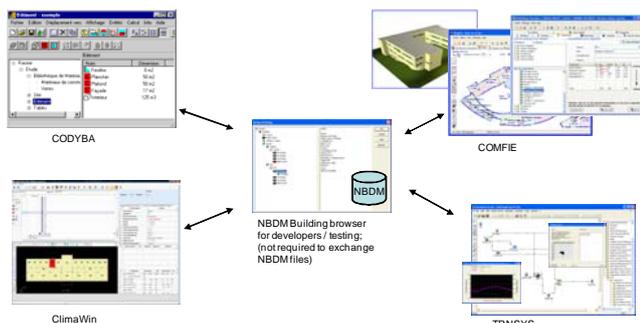


図 2. 2 NBDM によるツール間のデータ交換

仕様と実例を示す必要がある。

これらを実現するためには、関連する複数分野の専門家グループの共同が不可欠であり、それら専門家の活動をマネジメントできる仕組みが必要である。

具体的には、

- 1) 建物のエネルギー連成計算の実行を行うグループ：熱・空気・音・光などの建築物理、また空調・衛生・電気などの建築設備の知識による計算を行い、シミュレーション結果の検証を行う。
- 2) 計算全体のデータ構造とユーザ・インターフェースの設計・実装を行うグループ：多様なソフトウェア群とシミュレーション・ツールの利用方法を考える。
- 3) インターネット上のデータ蓄積・通信などを設計・実装するグループ：通信・制御・ネットワークなど ICT に関する知識が必要となる。

3. 専門版の UI 画面とマニュアルの改良・整備

3. 1 BEST-P の入力画面

計算作業の手順はほぼ従前通りであるが、ユーザ、開

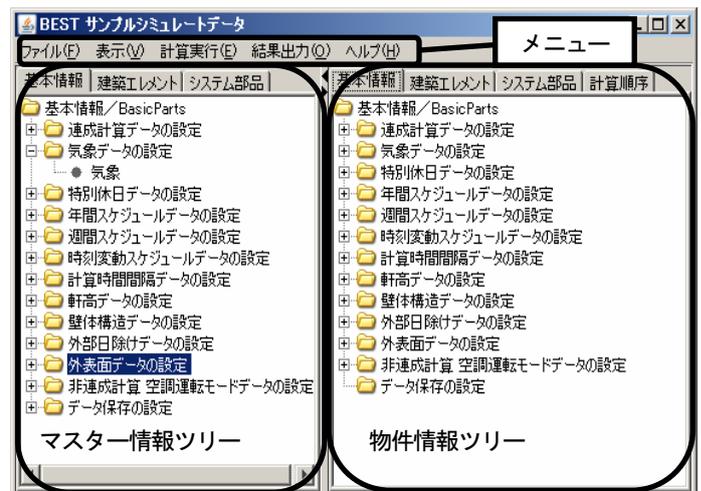


図 3. 1 従来の UI 画面の例



図 3. 2 専門版 (Ver. 0.2.9) の UI 画面の例

発者、と専門版のテストを行う TEST-WG 等からの意見・要望に基づいて個別の画面の改良を行っている。

一例として、図3. 1、3. 2に従来の専門版の UI 画面と Ver. 0. 2. 9 の例を示す。以前においてはマスター情報ツリーと物件情報ツリーが画面上でほぼ同じタグを持つため使いにくいというユーザからの意見に対応して、マスターとワークスペースとし、タグ名を変え、違いをより明確にしている。

このほか、基本情報(共通データの入力)、建築エレメント(建築仕様の入力)、システム部品(設備仕様の入力)、計算実行、結果出力のすべてについて、要求を受けて、技術的な難易度、必要な資源などを考慮しながら、個別の画面の改良が行われている。

なお、開発における建物・エンジン・空調機器などの各要素の追加・変更等の際には、随時入出力データの仕様がかわるので、随時対応している。また、スケジュールや出力など共通性のあるデータについては、すべてのWG間の調整を行う。

3. 2 BEST-P のマニュアル

現時点での専門版のマニュアル一覧を表3. 1に示す。まず、全体像・プログラム上での共通・個別機器の操作を理解するものがある。これらはそれぞれ操作方法、モジュールの説明、個別の例題、理論の説明などを含んでいる。このほか、オフィスなどの計算を初めから行うための例題マニュアルなどを用意する。

4. 建物・エンジンなどの全体構成についての構想

4. 1 アダプタ・ブリッジを用いる全体構成

現在の専門版では、UI を通じて建物、エンジン、各設

備へのデータが引き渡されているが、UI 作成 WG で検討しているアダプタとブリッジを介した全体構成の概念図を図4. 1に示す。

ユーザから見た場合には、キャラクタあるいはグラフィックのUIのみが見えるので従来と違いは分からない。開発者側からは、関係する部分のモジュールが見え、担当するモジュールとその接続について留意すればよい。

サードパーティーには図中に示すモジュールの仕様が示され、それらの変数と値は、アダプタを介してBEST-Pへ入力データとして提供される。出力データについても

表3. 1 BEST-P マニュアルの構成
(Ver. 0. 2. 9 対応、2009. 6. 6 現在)

	名称	概要
1	マニュアル一覧	ユーザに全体像やどのマニュアルを見ればよいのかを示す。
2	BEST 共通操作マニュアル	セットアップ、インストールなど計算業務の開始前に行うこと。
3	建築操作マニュアル	建物の仕様・スケジュール、気象データの入力など
	設備操作マニュアル	
4	空調 1) パッケージ	
5	2) セントラル	氷蓄熱、HP チャラー、空調機を含む
6	衛生	
7	電気	スケジュールは建築と共通
8	コージェネレーションシステム	

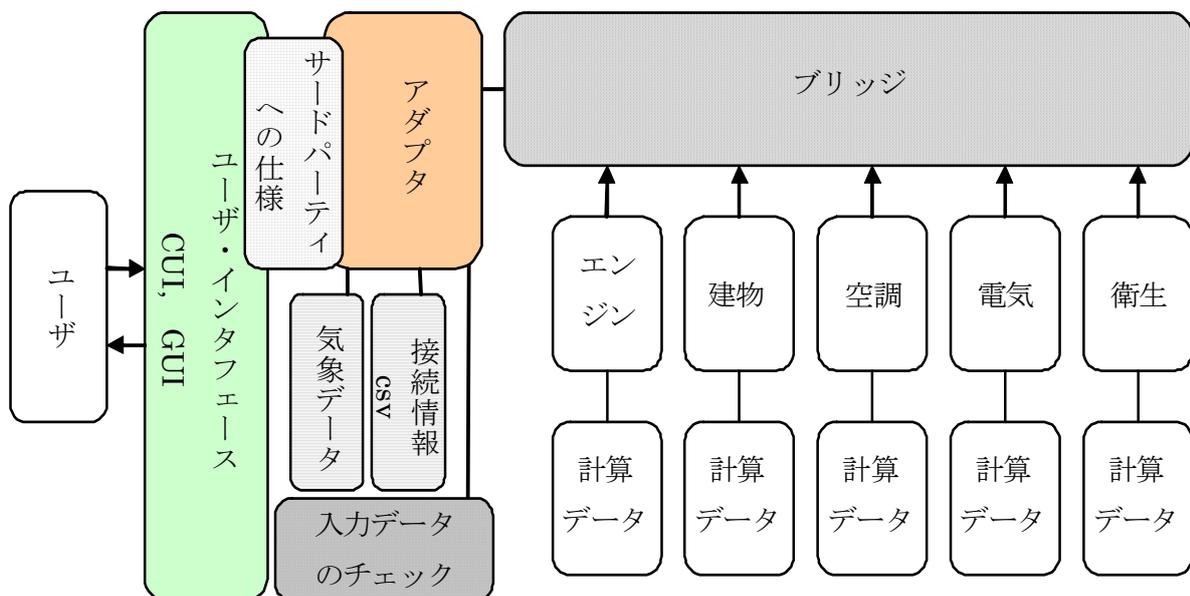


図4. 1 UI から見た BEST-P の全体構成の概念図

同様である。

4. 2 アダプター・ブリッジの役割と機能

ユーザの入力データは、デフォルトで用意されているデータと共に UI を通じてアダプターで受け取られる。この際、データは、アダプターが持つ接続情報と気象データと、他の設備へそのまま引き渡すデータからなる。引き渡されたデータは各モジュールの計算データとして蓄えられる。なお、BEST 行政版においては、ユーザの入力値をモジュールに引き渡すための簡易言語を作成している。

また、アダプターは入力データを予めチェックしてからエンジンなどのモジュールへデータを引き渡す。チェックは値の範囲、単位、許される接続などについて行われ、その一部は既に実装されている。計算に必要なデータで一義的に決まるものは扱いが容易である。

一方、計算が実行されて得られた結果の妥当性を予め保証するための検討は、現時点ではアダプターでは取り扱わない。これは、入力データの適切性を判断が、複数のデータが関係すること、事前の結果の予測・見積もりが難しいことのためである。

ブリッジは、アダプターと各モジュールの入出力データの橋渡しを行うが、図から分かるように今後新しくモジュールを加える際には、まずブリッジに接続して、アダプターの機能を追加することにより対応が可能となる。

出力データについても、各モジュールからの計算結果はブリッジ→アダプター→UI の順でユーザに渡される。この際に、サードパーティが表示画面などの工夫を行える。また、表示したいデータやそのために必要なデータの詳細は予め開発者側との検討が必要となる。

また、第三者が入出力データの編集等を行わない場合、UI は各モジュールへ引き渡すデータをアダプター・ブリッジを介さずに作成することができる。

空気調和設備については、個別の機器単体のほか、テンプレートとして複数の要素が組み合わされたものなど、多種多様となるので、サードパーティには数例を示すことになると思われる。

データの書式は、現状では csv、XML の双方が扱える構成になっている。なお、現在の専門版は 3D 表示も含めて基本的な機能は実装している。

4. 3 関連する検討項目

全体構成の管理については、以下の点に対応する。

1) 開発スケジュール管理：専門版のように 100 名前後が同時に開発している場合にはユーザの要望、各モジュールの追加・更新、使える入力データの整備状況などを踏まえてスケジュールを調整する必要がある。

2) バージョン管理：個別のモジュールの変更と共に関係するデータ、モジュールの変更が起こる。専門版全体

をまとめて setup 一式を作成するが、この際には新しい入力データを用いたテストが必要である。

3) マイグレーション管理：古いバージョンの入力データをアップデートするツールを更新する。

4) マニュアルの管理：引き続き整備していく。

5. おわりに

幾つかのシミュレーション・ツールに関するプロジェクト事例を概観した上で、BEST 専門版の UI 改良、マニュアル、そして全体構成について述べた。サードパーティが UI 開発に参加できるようにするために、アダプター・ブリッジを用いた構成案と関連する項目を説明した。よりユーザーフレンドリーにするために、実装方法などのさらなる検討が必要である。

【参考文献】

- 1) 二宮博史ほか：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 8) GUI の構成, 空気調和・衛生工学会学術論文集, pp.1997-2000, 2007.9
- 2) 篠原奈緒子ほか：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 31) BEST のユーザー・インターフェースについて, 空気調和・衛生工学会学術論文集, pp.1125-1128, 2008.8
- 3) <http://www.ecbcs.org/annexes/annex51.htm> (2009.6.6 現在) また IBEC, Vol. 29, No.4, 建築環境・省エネルギー機構, 2008.11
- 4) http://apps1.eere.energy.gov/buildings/tools_directory/, DOE のツール紹介 WEB (2009.6.6 現在)
- 5) <http://www.albertkahn.com/home.cfm> (2009.6.6 現在)
- 6) 例えば <http://www.cstb.fr/actualites/english-webzine.html> 内で文献が深せる。(2009.6.6 現在)
- 7) <http://software.cstb.fr/NBDM/index.htm> あるいは <http://nbdm.org/> (2009.6.6 現在)
- 8) 上田博嗣ほか：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 4 2) XML ポキャプラーの検討と WEB アプリケーションの構想, 空気調和・衛生工学会学術論文集, 2009.9

【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ものである。

クラス構想WG名簿(順不同)主査：石野久彌(首都大学東京名誉教授)、委員：井上隆、一ノ瀬雅之(以上、東京理科大学)、上田博嗣(大林組)、内海康雄(宮城工業高等専門学校)、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)、郡公子(宇都宮大学)、菰田英晴(鹿島建設)、芝原崇慶(竹中工務店)、菅長正光(菅長環境・設備一級建築士事務所)、瀧澤博(元鹿島建設)、長井達夫(東京理科大学)、二宮秀典(鹿児島大学)、野原文男、二宮博史、丹羽勝巳、田端康宏(以上、日建設計)、平林啓介(新日本空調)、柳井崇(日本設計)、事務局：生稲清久(建築環境・省エネルギー機構)

BEST 開発GUI 作成SWG 名簿(順不同)主査：内海康雄(宮城高専)、委員：郡(宇都宮大学)櫻井(日建設計)、篠原(日建設計)、菅長(菅長環境・設備一級建築士事務所)、木下(日本板硝子)、野原(日建設計)、滝澤(日建設計)、長谷川(日建設計)、江崎(BIT)、事務局：生稲清久(建築環境・省エネルギー機構)

また本報をまとめるにあたり貴重な意見・提案を頂いた浅野氏(ドリームクラスター)に感謝致します。