

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 39 報 空調設備の機器特性の整備状況と今後の課題

BEST エネルギーシミュレーション 機器特性

正会員 ○品川 浩一*1 同 村上 周三*2
同 石野 久彌*3 同 柳井 崇*1
同 藤居 達郎*4

はじめに

エネルギー消費量の予測を精度良く適正に行うためには、負荷の推定方法やプログラム自体の解法等の精度も、もちろん重要であるが、一方、プログラムで用いる機器や設備等のいわゆる「機器特性」も、予測結果を大きく左右する要因と言える。BEST では 2006 年より機器特性 SWG にて各種機器の調査をしており、その結果を機器特性マニュアルとして公開を開始する予定である。

本報では、BEST で用いる各種機器特性に関して、主に、空調設備を対象に機器特性モデルの全体フレーム・構成及び特性データの整備概要・状況について報告する。

1. BEST における機器特性の概要

1.1. 機器特性のニーズ (図-1)

空調設備を対象に、BEST に於ける機器特性の整備・収集を行うに当たり、必要となるニーズの分析を行った。その分析結果から気象条件の対応・空調負荷特性への対応・高効率機器への対応・制御の高度化・運用の多様化に対応するため、調査およびプログラム化支援を行っている。

1.2. 機器特性モデルの考え方 (表-1)

BEST では、機器特性データを整備するに当たり、機器特性のモデルとして、統計的なモデル・物理的なモデルの 2 つのモデルを用いて構築している。

1.3. 機器特性データの分類 (表-2、図-2)

BEST では、機器特性の定式化として、3 つのデータセットを組み合わせることで表現している。①定格性能は、各々の機器ごとに定格性能を入力、②部分負荷特性は、グルーピングされたパターン別 (ex.標準効率パターンと高効率パターン等) の特性データを選択、③動特性もパターン化された特性を選択、これら 3 つのデータを組合せ、機器特性データ全体を構成する。

表-1 機器特性モデルの考え方

形式	特徴	適用する機器等
統計的なモデル	機器への入力と出力の関係を各々の実測や計算による数値に基づき、これらの関係を多項式等で近似し、定式化するモデル。与えられた条件の組合せや範囲内の使用に限定される。	・熱源機器、冷却塔 ・パッケージ空調機 ・ファン・ポンプ(定格性能) ・電動機、インバータ
物理的なモデル	機器への入力と出力の関係を物理的な法則に従い、定式化するモデル。理論式が適用可能な範囲内で、様々な変数の入力条件に対応できる。	・ファン・ポンプ(中間性能) ・冷却塔 ・冷水、温水コイル、加湿器

表-2 機器特性データの分類

分類	特徴	適用する機器特性データ等
定格性能データ	負荷率 100%時や JIS 条件下での特定条件下での機器性能を示すデータ。	メーカーカタログ、機器表に記載された機器仕様など
部分負荷特性データ	定格時以外の様々な条件下での機器性能を示すデータ。	中間負荷や中間期での機器性能、過負荷時やレンジ外での機器性能を含む(機種毎の代表値)
動特性データ	比較的短時間に限定された機器の特性を示したデータ。	大型冷凍機の起動時及び停止時の能力特性など(機種毎の代表値)

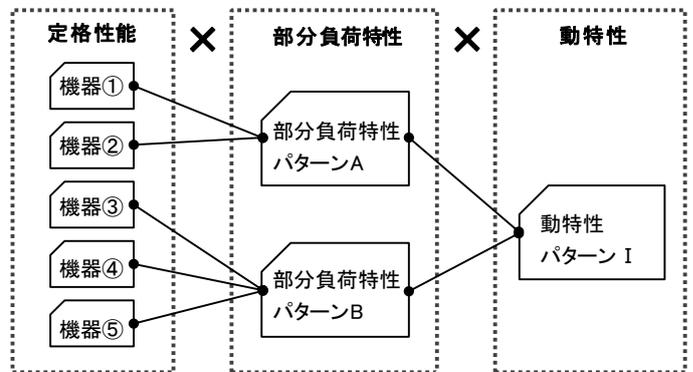


図-2 機器特性データの分類と組合せ

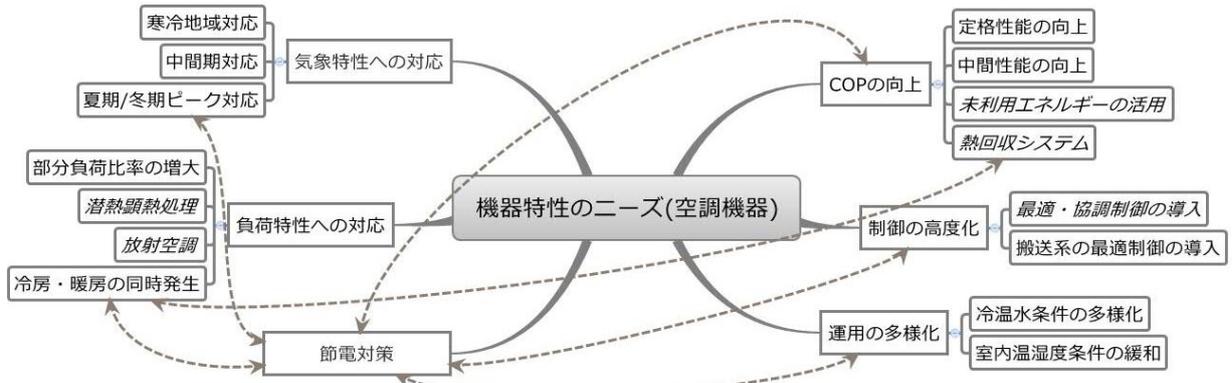


図-1 機器特性のニーズ

※斜字は BEST での対応が一部未対応なものを示す

1.4.機器特性の全体フレーム（表-3）

空調設備の機器特性に関しては、全体を 5 つの項目に区分し、各々の機器・システムの特徴を考慮して、モデル化及び用いる特性データの分類を設定した。5 つの項目の下に、更に細かく機種別などに従い、対象機器の分類を行っている。モデル化の対象とする機器等は、以下の原則に従い、選定している。

- ① 汎用的に使われている機器・システム（出荷台数等が多い機種はモデル化の優先順位を上げる）
- ② 省エネルギー性能に優れる機器・システム（定格及び中間性能特性データとも）
- ③ エネルギー消費に影響を及ぼす運用条件への配慮（冷却塔の変流量制御等への対応）
- ④ 室内環境に影響を及ぼす運用条件への配慮（クールビズ、潜熱顕熱分離空調等への対応）

表-3 機器特性（空調設備）の全体フレーム

項目	対象機器	機器特性データ		
		定格	部分負荷	動特性
①熱源機器	ターボ冷凍機	統計	統計	(統計)
	空冷ヒートポンプチラー	統計	統計	—
	水冷チラー	統計	統計	—
	吸収式冷凍機・ヒートポンプ	統計	統計	(統計)
	ボイラ	統計	統計	—
	熱交換器	統計	—	—
	熱回収熱源	調査中		
②熱源補機 (冷却塔)	開放式	物理	物理	—
	密閉式	物理	物理	—
	白煙防止	物理	物理	—
③パッケージ 空調機	ガスヒートポンプ	統計	統計	—
	電動系ヒートポンプ	統計	統計	—
	水熱源ヒートポンプ	統計	統計	—
④搬送機器	ファン	物理	統計	—
	ポンプ	物理	統計	—
	電動機・インバータ	統計	統計	—
⑤空調機	空調機コイル	物理	物理	—
	加湿器	物理	物理	—
	全熱交換器	物理	物理	—
	プラグファン	物理	統計	—
	デシカント	物理	物理	—
	放射空調	調査中		

2.機器特性の概要（図3）

2.1 熱源機器

熱源機器に関しては、部分負荷時の効率変化の再現、冷水・温水・冷却水設定温度変化による感度等に配慮し、統計モデルによる定式化を行っている。また、コンプレッサー形式・制御方式に併せてヒートポンプの機器特性を整備するなど、機器の特徴に合わせた分類とした。¹⁾

2.2 熱源補機（冷却塔）

冷却塔に関しては、当初、統計モデルにより、性能特性の定式化を行ったが、熱源機器の省エネルギー性能や運用条件の多様化により、冷却塔においても冷却水の変

流量制御や冷却塔ファンの変風量制御、フリークーリングなどのニーズが顕在化し、こうしたニーズに対応できるよう、物理モデルによる定式化を行っている。²⁾

2.3 パッケージ空調機

パッケージ空調機に関しては、JIS の中間性能表示への配慮、冷暖同時タイプ³⁾への対応、室側の負荷計算との連携による室内湿度変動の再現などが、配慮した項目である。また、パッケージ空調機は、機種が多いのが特徴であり、空冷/水冷型、パッケージ/マルチ型、一般地域/寒冷地域型、外気処理型、EHP/GHP などの分類を行っている。

2.4 搬送機器

搬送機器に関しては、ファン・ポンプのモデルと電動機・INV（インバータ）を各々、別々に定式化し、組み合わせることで、様々な搬送システムへの対応を想定した⁴⁾。定格特性は、統計的なモデル（P-Q 特性など）を中間性能は、物理的なモデルにて定式化を行っている。

3.今後の課題

BEST で行っている空調関係の機器特性の整備状況に関して報告した。機器特性に関する課題としては、①動特性データの検討、②劣化による機器特性の変化、③新規機器の特性調査と定式化などが挙げられ、今後検討を行う予定である。

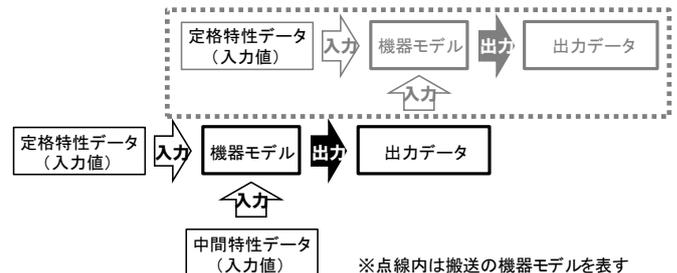


図-3 機器特性のモデル化の概要

【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)」及び、専門版開発委員会(石野 久彌委員長)、統合化 WG(石野 久彌主査)、機器特性 SWG(柳井崇主査)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。

【参考文献】

- 1) 藤居ほか、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 110）電動式冷凍機の新規モデルの特性、平成 24 年度空気調和・衛生工学会学術講演論文集、2012.9
- 2) 伊藤ほか、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 72）機器特性の概要、平成 22 年度空気調和・衛生工学会学術講演論文集、2010.8
- 3) 品川ほか、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 73）機器特性の概要、平成 22 年度空気調和・衛生工学会学術講演論文集、2010.8
- 4) 品川ほか、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 52）ポンプ・ファン・空調機器の特性、平成 21 年度空気調和・衛生工学会学術講演論文集、2009.8

* 1 日本設計

* 2 建築環境・省エネルギー機構 理事長 工博

* 3 首都大学東京 名誉教授 工博

* 4 日立製作所

* 1 Nihon Sekkei

* 2 Chief Executive, Institute for Building Environment and Energy Conservation, Dr. Eng.

* 3 Emeritus Prof., Tokyo Metropolitan Univ., Dr. Eng.

* 4 Hitachi, Ltd