

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 202）
個別分散空調システムにおける新規機器特性

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST (Part 202)
Additional Outline of Equipment Characteristics on Multi-split Type Air-conditioning System

正 会 員 ○川津 行弘（日本設計）

正 会 員 大浦 理路（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）

正 会 員 品川 浩一（日本設計）

Yukihiro KAWAZU *¹ Masamichi OURA *² Shuzo MURAKAMI *³

Hisaya ISHINO *⁴ Koichi SHINAGAWA *¹

*¹ Nihon Sekkei, Inc. *² Nikken Sekkei Ltd.

*³ Institute for Building Environment and Energy Conservation *⁴ Tokyo Metropolitan University

The BEST equipment characteristics sub working group is conducting modeling of various machineries for the purpose of designing and simulation of air conditioning systems. In this part 202, calculation models of multi-split type air-conditioning system (packaged air conditioners that is water source heat pump and fan coil unit that attached with heat pump) are investigated and formulated as additional equipment. The new calculation model of packaged air conditioners is available renewable energy for example “ground water”, “river water” and so on. In addition, calculation models of the variable air volume system on the packaged air conditioners’ indoor unit are investigated.

はじめに

本報では、前報に引き続き、新規に特性調査が終了した水温帯拡大型水熱源パッケージ形空調機、ヒートポンプ付ファンコイルユニット（以下、HP 付 FCU）の機器特性について報告するとともに、新たに整理した個別分散空調システムにおける室内機変風量制御のモデル化について報告する。

1. 水温帯拡大型水熱源パッケージ形空調機

すでに整理されている水熱源パッケージ形空調機において、未利用エネルギー（井水・河川水等）に対応が可能となる熱源水の水温帯を拡大した水熱源パッケージ形空調機について、機器特性を整理した。

機器特性は、すでに整理されている水熱源パッケージ形空調機と同様に、代表機種における機器特性データを用いて能力及び入力を補正するための近似式を作成し、ユニット（室内機、室外機一体型）の能力及び入力を計算するものとした。そのため、モデルの入出力や計算フローは同様であるが、定格条件や入力データの範囲等に変更があるため、その変更部分について報告する。

表-1 J I S の能力試験の温度条件 (°C)

項目		室内側入口空気条件		熱源水入口条件
冷房	定格	27 DB	19 WB	20(※32)
	中間			
暖房	定格	20 DB	-	10(※10)
	中間			

※は通常の水熱源パッケージの条件

表-2 入力範囲の変更部分

特性		入力内容	入力範囲
冷房	水温補正	能力補正	入口温度
		入力補正	入口温度
暖房	水温補正	能力補正	入口温度
		入力補正	入口温度

※は通常の水熱源パッケージの入力範囲

表-3 室内ファン入力、中間能力、中間入力一覧

定格冷房能力		2.5kW	5.0kW	2.5kW	5.0kW
型式		直吹	直吹	ダクト	ダクト
室内ファン入力	kW	0.05	0.07	0.05	0.08
定格冷房能力	kW	2.5	5.0	2.5	5.0
定格冷房入力	kW	0.45	1.09	0.49	1.11
定格中間能力	kW	1.3	3.0	1.3	3.0
定格中間入力	kW	0.23	0.65	0.25	0.67
定格暖房能力	kW	3.0	6.0	3.0	6.0
定格暖房入力	kW	0.34	1.09	0.37	1.09
暖房中間能力	kW	1.7	3.7	1.7	4.0
暖房中間入力	kW	0.19	0.67	0.21	0.73

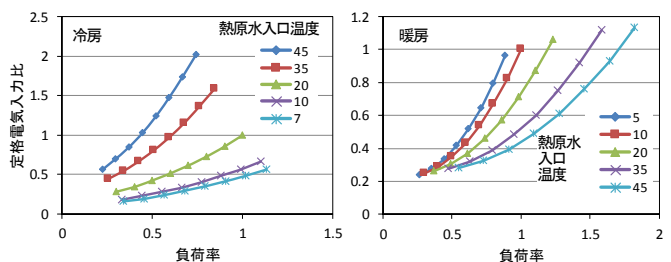


図-1 水温帯拡大型水熱源パッケージ形空調機の機器特性データ（電気入力）

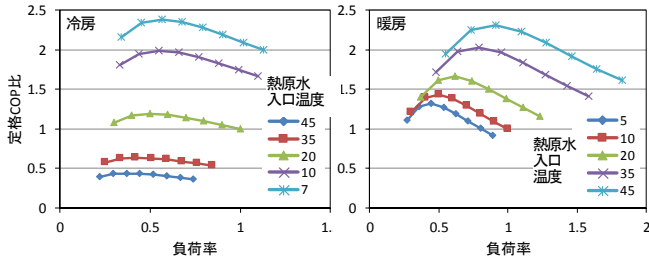


図-2 水温帯拡大型水熱源パッケージ形空調機の機器特性データ (COP)

2. ヒートポンプ付ファンコイルユニット (HP 付 FCU)

HP 付 FCU は、ファンコイルユニットとヒートポンプが一体化された機器で、2 管式で冷温水が季節切替の建物であっても、室の要求に対応し、年間冷暖房が可能となる個別空調システムである。

HP 付 FCU は、冷房運転時・暖房運転時において、それぞれ運転モードが「ファンコイル+ヒートポンプ運転(以下 FCU+HP 運転)」、「ファンコイル運転(以下 FCU 運転)」、「ヒートポンプ運転(以下 HP 運転)」に分かれているため、冷房運転時・暖房運転時の別で、運転モードごとに機器特性を整理した。

表-4 HP 付 FCU の定格条件

運転モード	入口冷温水 (°C)	吸込空気温度(°C)	
		DB.	WB.
冷房運転	7	27	19
温水時冷房運転	45	27	19
暖房運転	45	20	-
冷水時暖房運転	7	20	-

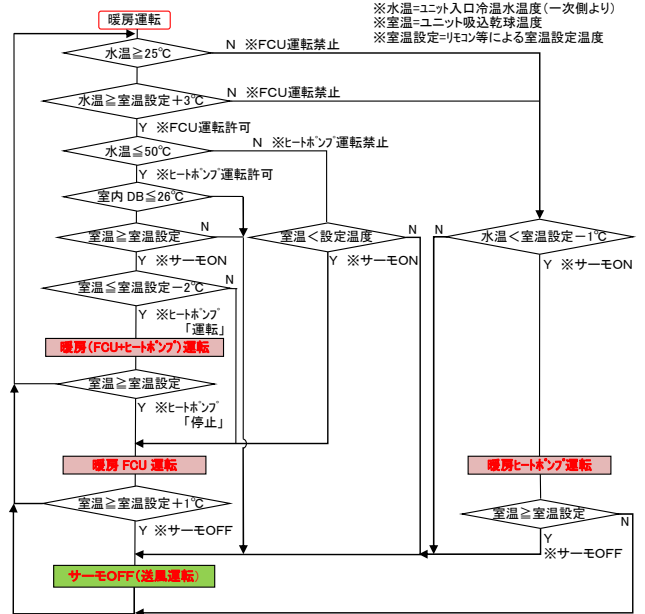
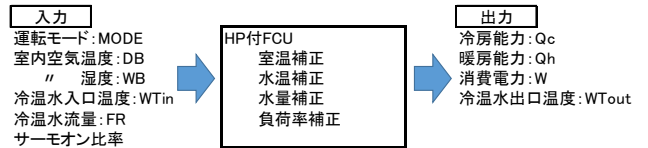


図-4 運転モードの判断フロー (暖房運転)



設定項目
 定格冷房能力 (HP+FCU) : $Q_{c, hp+fcu}$ 定格冷房入力 (HP+FCU) : $W_{c, hp+fcu}$
 定格冷房能力 (FCU) : $Q_{c, fcu}$ 定格冷房入力 (FCU) : $W_{c, fcu}$
 定格冷房能力 (HP) : $Q_{c, hp}$ 定格冷房入力 (HP) : $W_{c, hp}$
 定格暖房能力 (HP+FCU) : $Q_{h, hp+fcu}$ 定格暖房入力 (HP+FCU) : $W_{h, hp+fcu}$
 定格暖房能力 (FCU) : $Q_{h, fcu}$ 定格暖房入力 (FCU) : $W_{h, fcu}$
 定格暖房能力 (HP) : $Q_{h, hp}$ 定格暖房入力 (HP) : $W_{h, hp}$
 定格冷温水流量 : MW

図-5 HP 付 FCU におけるモデルの入出力

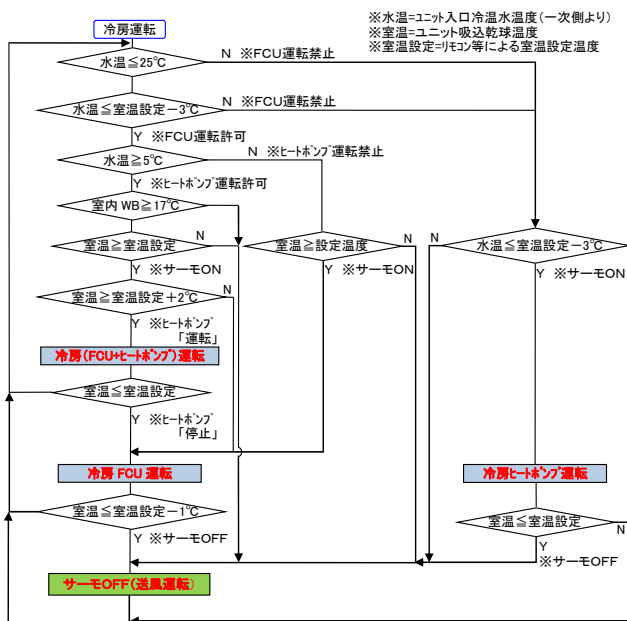


図-3 運転モードの判断フロー (冷房運転)

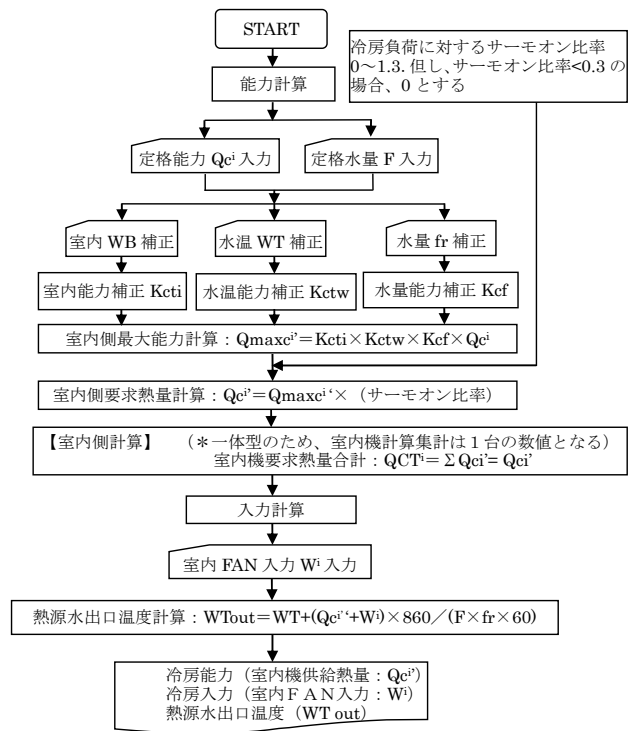


図-6 入力・能力等の計算フロー (FCU 運転モード、冷房運転)

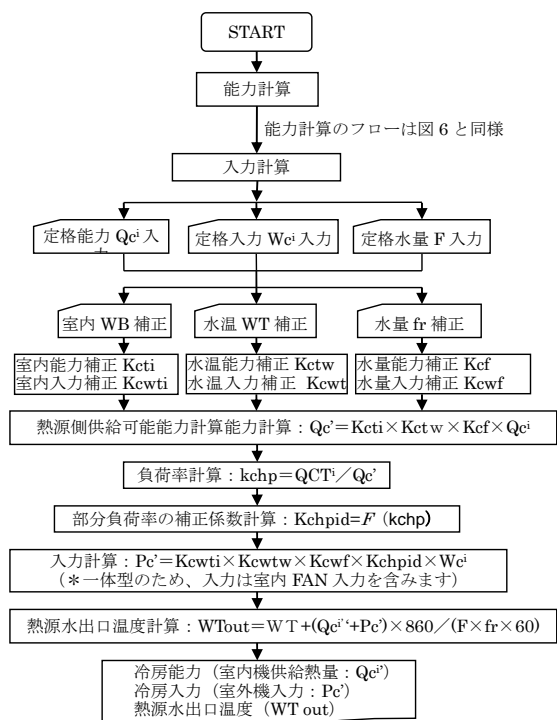


図-7 入力・能力等の計算フロー (FCU+HP 運転・HP 運転モード、冷房運転)

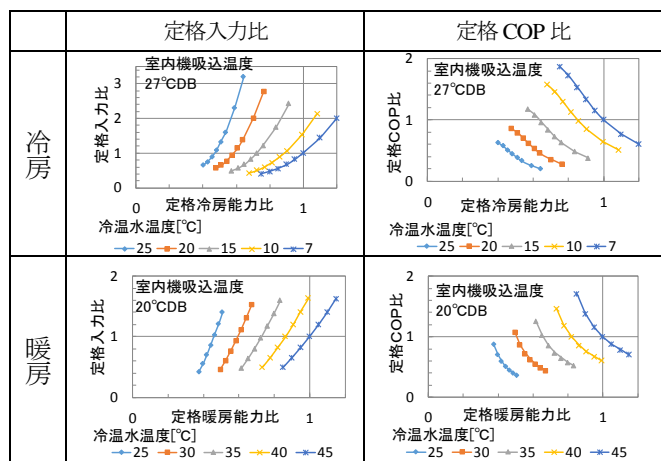


図-8 HP 付 FCU の機器特性 (FCU+HP 運転モード)

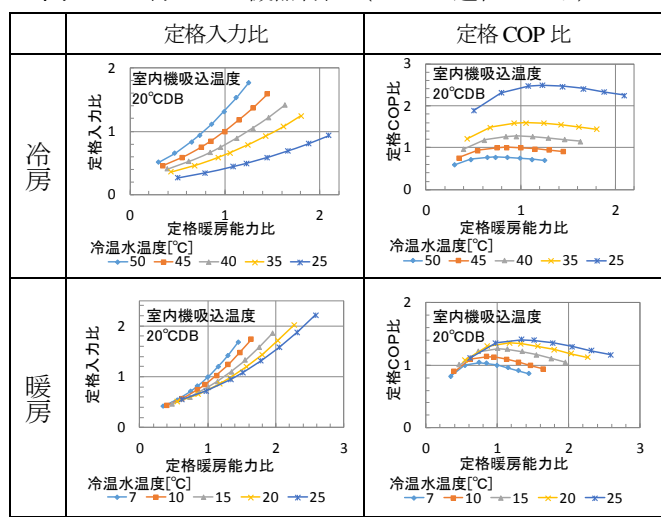


図-9 HP 付 FCU の機器特性 (HP 運転モード)

3. 室内機変風量制御のモデル化

3.1 室内機変風量制御の考え方

個別分散空調システムにおける室内機 (以降、室内機) の風量制御は、VAV の制御ロジックを参考とした。VAV の風量制御ロジックを図-10 に示す。

図-10 では、冷房・暖房が合成されて示されているが、実際には冷房時と暖房時で区分され風量制御されているため、室内機の風量制御においても同様に、冷房時と暖房時で制御ロジックを区分し、検討を行った。室内機の風量制御ロジックについて、図-11 に示す。なお、室内機の風量変更の設定値は、メーカーヒアリングにより、最も販売帯が多いと考えられる「急風」、「強風」、「弱風」とした。各風量の変更における閾値 (設定温度からの温度幅) は、メーカーヒアリングにより決定した。

3.2 各風量設定における風量比

「急風」、「強風」、「弱風」の風量比については、「急風」を定格値として、「強風」、「弱風」を比率により設定することとした。各風量設定の風量比については、メーカーヒアリングを行い、室内機種別ごとに風量を調査したが、種別間の相関は得られなく、室内機種別ごとに風量比を検討したところ、相関係数も低いものであったため、容量帯で各風量帯の風量を以下のように決定することとし

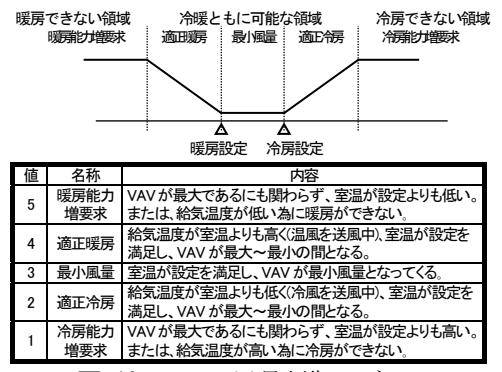


図-10 VAV の風量制御ロジック

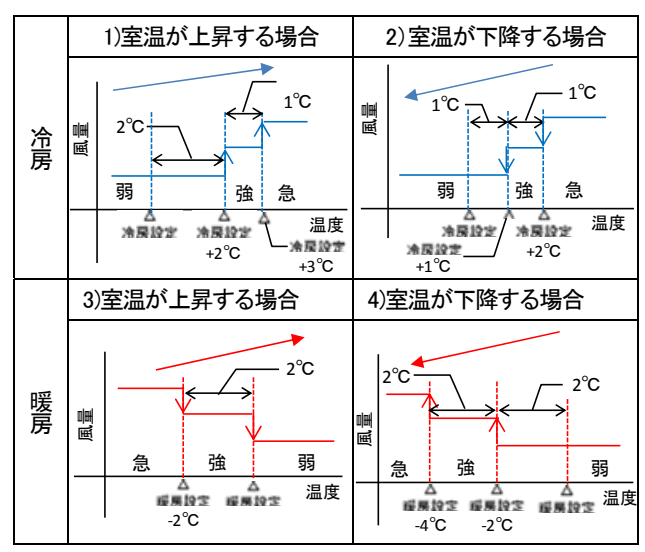


図-11 室内機の風量制御ロジック

た(図-12)。

強風: $f(x) = -0.0025x + 0.8805$ x : 室内機冷房能力
 弱風: $f(x) = -0.0021x + 0.7401$ (kW)

3.3 室内機出口空気状態の検討(定格時)

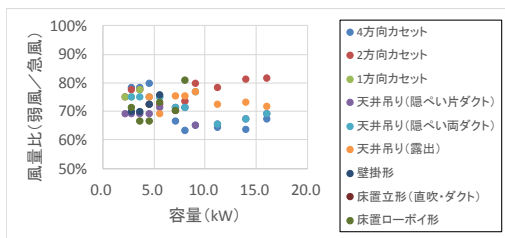
定格時の室内機出口空気状態は、代表メーカーにおける室内機種別ごとの出口相対湿度とバイパスファクターを調査し、それぞれを室内機種別ごとに冷房能力により特性式化した。図-13に一例を示す。

3.4 変風量制御による出口空気状態の考え方

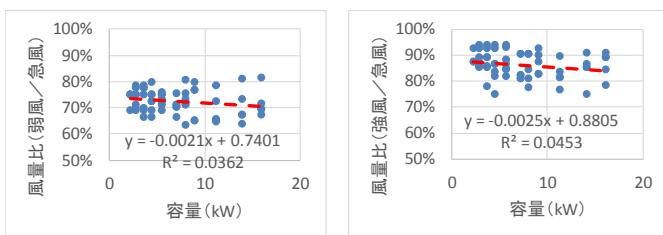
室内機の変風量制御による出口相対湿度やバイパスファクターの変化については、代表メーカーにおける室内機の定格風量比に対する定格バイパスファクター比・定格出口相対湿度比を調査した(図-14)。

その結果、風量によりバイパスファクターは変化するが、出口相対湿度は風量が変わっても変化が大きいことから、変風量制御による出口相対湿度は変化しないこととした。

風量が変わった場合の空気線図を図-15に示す。室内の空気状態が室内負荷に応じて変化していき、室内機の風量制御により室内機吹出し風量が「弱風」→「強風」→「急風」と変化していく場合でも、相対湿度は「弱風」、「強風」、「急風」とも大きく変わらない数値を示していることがわかる。



1) 室内機種別ごとの各容量における風量比(弱風/急風)



2) 弱風と強風の風量比の決定

図-12 各風量設定における風量比の決定

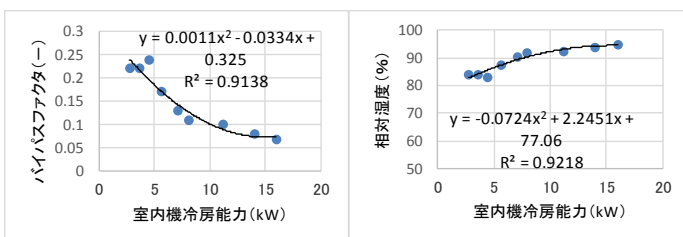


図-13 定格時の室内機出口状態の一例(4方向セット形)

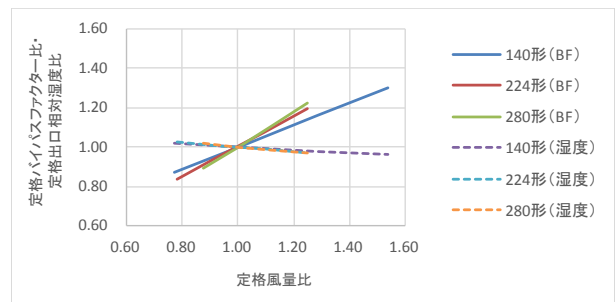


図-14 室内機の定格風量比に対する定格バイパスファクター比と定格出口相対湿度比

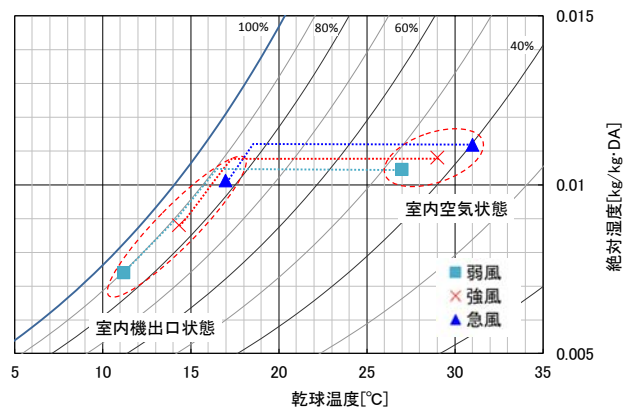


図-15 風量を変化させた場合の室内機出口状態

まとめ

BESTで行っている個別分散空調システムにおける機器特性の整備状況、および機器特性の整備方法の検討に関して報告した。今後も、新規機器・システムに関しての調査の継続検討を行う予定である。

【謝辞】

一財建築環境・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」・「企画開発委員会(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)、統合化WG(石野久彌主査)、機器特性SWG(品川浩一主査)の活動成果の一部であり、また、本研究の機器特性を整理するに当たり、特に、一般財団法人電力中央研究所と一般財団法人日本冷凍空調工業会には多大なるご助力を賜った。関係各位に謝意を表す。

機器特性 SWG 名簿(順不同) 主査: 品川 浩一 (日本設計)、幹事: 藤居達郎(日立製作所) 委員: 阿部 裕司(竹中工務店)、石野 久彌 (首都大学東京名誉教授)、吉田 拓也、奥田 篤 (東京ガス)、鈴木 正和 (中部電力)、野原 文男、丹羽 勝巳、大浦 理路 (日建設計)、比嘉 盛嗣 (東邦ガス)、柳井 崇、川津行弘 (日本設計)、事務局: 生稲 清久 (建築環境・省エネルギー機構)

参考文献

- 品川他, エネルギーシミュレーションのための機器 特性データベースの構築に関する研究, 平成 27 年度空調和・衛生工学会学術講演論文集, 2016.2
- 川津他 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 181) JIS 改正への対応と間接気化冷却空調機の機器特性 空調和・衛生工学会大会学術講演論文集 2016.9