

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）

冷暖同時型ビル用マルチエアコンの機器特性

Development of an Integrated Energy Simulation Tool for Buildings and MEP Systems, the BEST (Part73)

Equipment Characteristics of heat recovery packaged air conditioners

正会員 ○品川 浩一（日本設計） 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 柳井 崇（日本設計）

Koichi SHINAGAWA \*<sup>1</sup> Shuzo MURAKAMI \*<sup>2</sup> Hisaya ISHINO \*<sup>3</sup> Takashii YANAI \*<sup>1</sup>

\*<sup>1</sup> Nihon Sekkei \*<sup>2</sup> Building Research Institut. \*<sup>3</sup> Tokyo Metropolitan University

In this part, progresses of characterization of packaged air conditioners are reported. Performance characteristic for each 4 modes of heat recovery packaged air conditioners are approximated. Series of approximation will be conducted for other types of packaged air conditioners including GHP and water-cooled packaged air conditioner. A continuous characterization of the rest of appliances would fill up the frames and expand the versatility of the BEST program.

はじめに

本報では、個別熱源方式で使われるパッケージ空調機の機種構成、各種機器モデルの調査状況と冷暖同時ビル用マルチエアコンの特性式の概要について報告する。

1. 調査フレームと調査状況

表-1に、パッケージ空調機における機器特性の定式化を対象とする機種の一覧と、その調査状況を示す。冷暖同時型のEHPの定式化については検証が終了しており、その定式化の考え方にあわせ、GHP・水熱源についても順次、定式化を行う予定である。

表-1 パッケージ空調機の機器特性調査フレーム

タイプ* <sup>1</sup>		概要	状況* <sup>2</sup>	
GHP	通常GHP	切替 特性データを一部差換	●	
		同時 素案作成し検証中	△	
	発電機付	自己消費型 切替 定式化終了	●	
	GHP	系統連系型 切替 定式化終了	●	
	マルチ型GHP	切替 定式化終了	●	
EHP	ビル用マルチ型	切替 特性データを一部差換	●	
		同時 素案作成し検証中	△	
	マルチEHP	切替 素案作成し検証中	△	
	寒冷地対応	切替 特性データを一部差換	●	
		同時 素案作成し検証中	△	
	水冷式	同時 素案作成し検証中	△	
	店舗用	切替 特性データを一部差換	●	
	設備用	切替 特性データを一部差換	●	
	外気処理用	給気型 切替 定式化終了	●	
		給排気型 切替 定式化終了	●	
		冷媒熱回収型 切替 定式化終了	●	
	氷蓄熱用ビル用マルチ	切替 定式化終了	●	
	ウォールスルー	定速型 切替 定式化終了	●	
		INV型 切替 定式化終了	●	
	水熱源	通常KHP	標準型 切替 定式化終了	●
			寒冷地対応 切替 定式化終了	●
		水熱源	定速 切替 定式化終了	●
ヒートポンプ	インバータ 切替 定式化終了	●		

\*<sup>1</sup> 切替:冷暖切替 同時:冷暖同時  
 \*<sup>2</sup> ●:定式化が終了 △:検証中(2010年5月現在)

2. 冷暖同時型ビル用マルチエアコンの計算フロー

図-1, 2に冷暖同時型ビル用マルチエアコンの運転モードの計算フローを、表-2に入出力一覧表を示す。冷暖同時型の主な特徴としては、以下の通り。

- 1) 4モード(全冷房・冷房主体・暖房主体・全暖房)による機器特性を定式化
- 2) 全冷房・全暖房モードは冷暖切替型と同じ近似式
- 3) 冷房・暖房主体モード共に、被熱回収側の負荷処理に対する室外機エネルギー消費は0(ゼロ)
- 4) 暖房主体モードは、室内機の冷房負荷(熱回収量)による室外湿球温度の補正によって機器特性を再現

また、補正係数については、冷暖切替同様、5区間に分離した3次式による近似である。

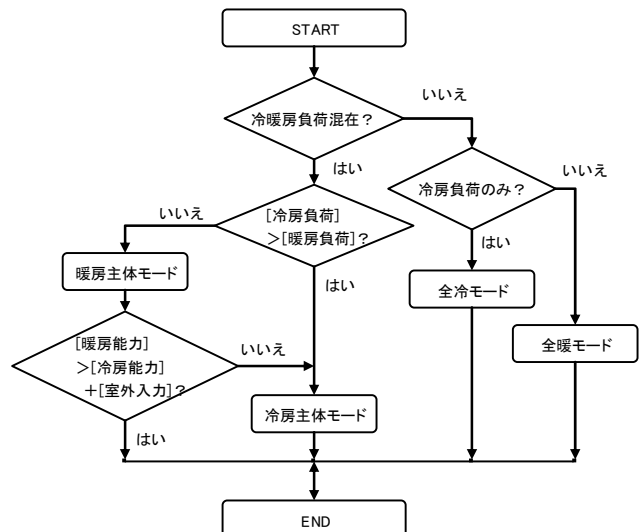
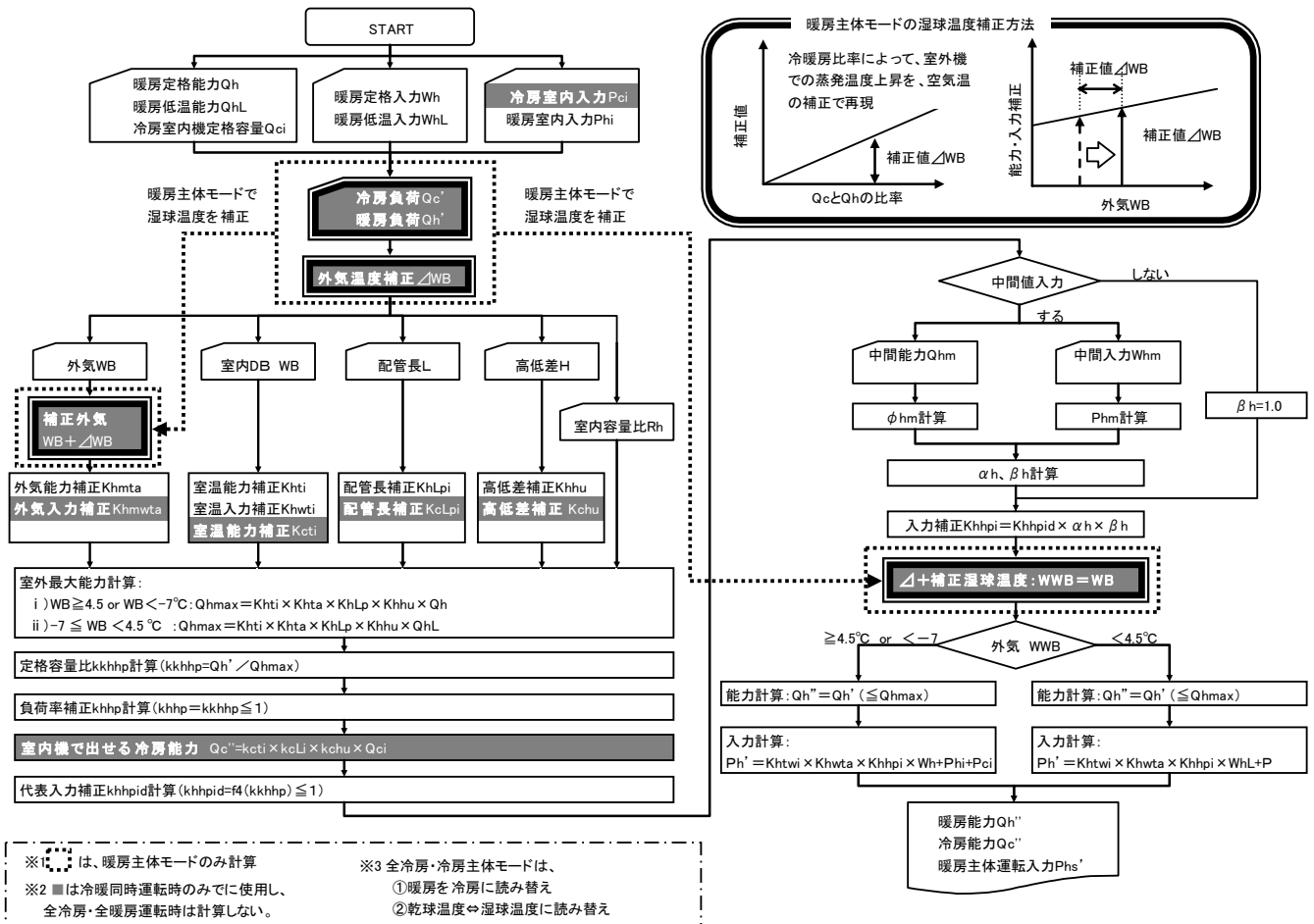


図-1 冷暖同時ビル用マルチエアコンの運転モード

表-2 冷暖同時ビル用マルチエアコンの入出力変数一覧

特性	出力変数	入力変数	入力範囲	
①全冷房モード	室温	能力補正 Kcti(WB) 入力補正 Kcwti(WB)	WB:室内湿球温度°C 15°C~24°C	
	外気	能力補正 Kcta(DB) 入力補正 Kcwti(DB)	DB:外気乾球温度°C -5°C~43°C	
	配管長	能力補正 KcLpi(L)	L:配管長m 7.5~60m	
	高低差	能力補正 Kchhu(H)	H:高低差m <sup>※2</sup> -40~40m	
	負荷率	負荷率	Kchp	Kchp:室内容量比 0.3~1.0
		個別中間容量比	φcm	Qcm:冷房中間能力 Qc:冷房定格能力 カタログ値
		個別中間入力比	Pcm	Wcm:冷房中間入力 Wc:冷房定格入力 カタログ値
		代表入力補正	Kchpid(kchp)	Kchp:冷房室内容量比
		個別中間性能補正	βc(kchp)	φcm, Pcm, Kchpid ※1
		入力補正	Kchpi	Kchpid, βc -
室内容量補正	αc	Rc:冷房運転室室内容量比		
その他	-	Pci:室内機入力 カタログ値		
②暖房主体モード	室温	能力補正 Khti(DB) 入力補正 Khwti(DB)	DB:室内乾球温度°C 15°C~28°C	
	外気	能力補正 Khta(WB) 入力補正 Khwti(WB)	WB:外気湿球温度°C -20°C~15°C	
	配管長	能力補正 KhLpi(L)	L:配管長m 7.5m~60m	
	高低差	能力補正 Khhu(H)	H:高低差m <sup>※2</sup> -40~40m	
	負荷率	負荷率	Khhp	Khhp:暖房室内容量比 0.3~1.0
		個別中間容量比	φhm	Qhm:暖房中間能力 Qh:暖房定格能力 カタログ値
		個別中間入力比	Phm	Whm:暖房中間入力 Wh:暖房定格入力 カタログ値
		代表入力補正	Khhpid(kchp)	Khhp:暖房室内容量比
		個別中間性能補正	βh(khhp)	φhm, Phm, Khhp ※1
		入力補正	Khhpi	Khhpid, βh -
室内容量補正	αh	Rh:暖房運転室室内容量比		
その他	-	QhI:暖房低温能力 WhI:暖房低温入力 Phi:室内機入力 カタログ値		

※1: 中間値を未入力時はβc=1.0 ※2: 室内機が下の場合マイナス



### 3. 冷暖同時の機器特性

図-3 は各運転モードでの部分負荷運転時の効率変化を、定格の効率を基準とした比率で表したものである。冷房主体運転を除き、外気温による最大能力の変化や、機器効率の変化が再現されている。(冷房主体運転では、外気温によらず、冷媒の高圧側を一定に制御するためコンプレッサの消費電力は変化しない。) また、JIS での着霜領域 (5.5°CDB~7°CDB) では全暖房運転における最大能力・効率の低下が再現されている。

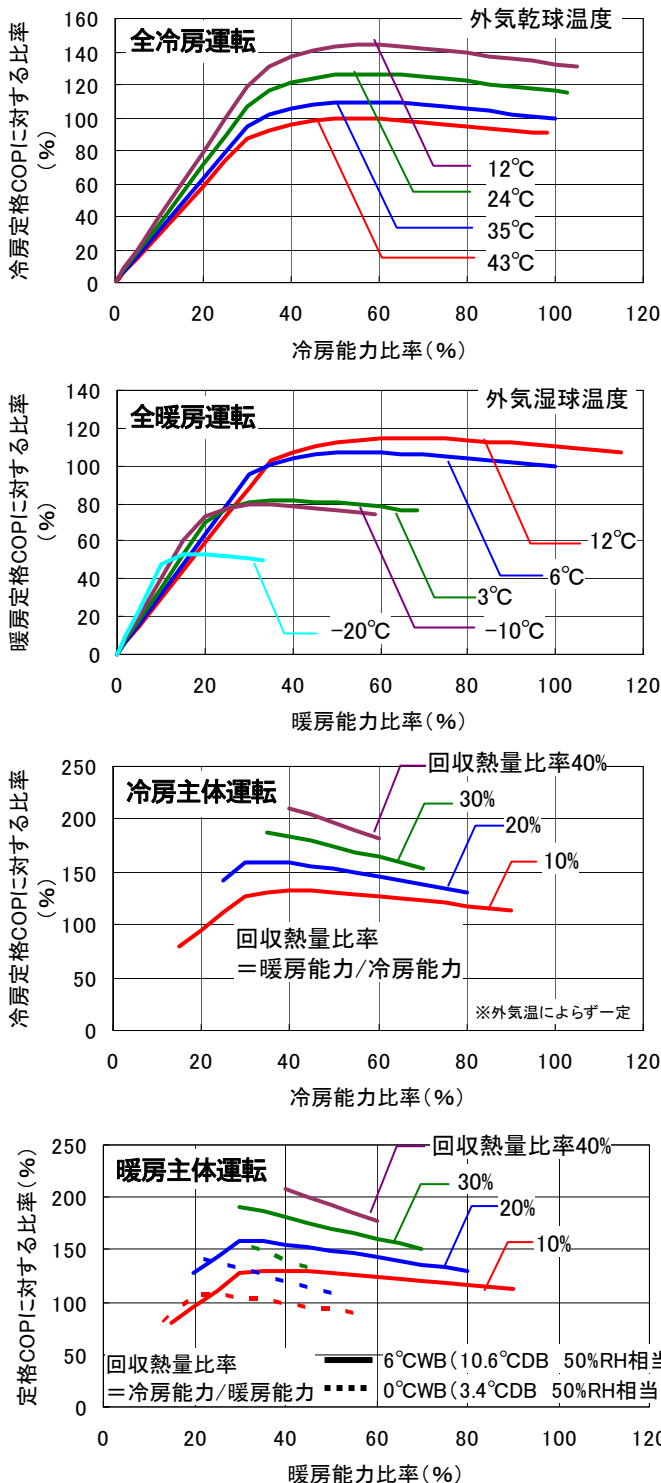


図-3 冷暖同時ビル用マルチ型空調機の機器特性

### 4. モデル建物による感度解析と考察

以下に示す建物・空調システムによる期間計算を行い、計算モデル・フローの再現性の確認をおこなった。

#### 4.1 計算モデルの検証

検証用の計算モデルは、図-4 に示す単室の事務室を想定し、ペリメータ・インテリアで空調ゾーニングを分けるものとする。計算上の諸条件を表-3 及び4 に示す。

室内機は、各ゾーンに複数設置しているが、ペリメータとインテリアの冷暖房同時を想定し、別々に制御するものとする。

室内負荷は、室内外温度差と総合熱損失係数による貫流熱と内部発熱のみとし、簡略化を図った。また、空調ゾーニング毎に室内機のゾーンへの顕熱供給量及び潜熱供給量による、室の熱平衡式を解いて、次 Step の室内温度及び室内湿度を決定する手法とし、室内温湿度は必ずしも設定値にならないものとして、吸込温湿度による影響を反映するものとした。

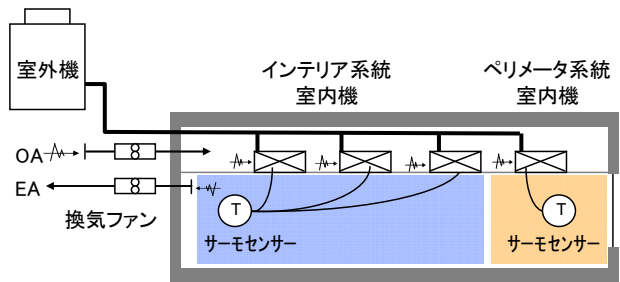


図-4 検証に用いた建物・空調システムのモデル

表-3 建物および空調システムの条件

機器	台数		項目		冷房	暖房	低温暖房
	室外機	1	1	定格能力 [kW]	50	56	42.4
室内機	インテリア	4	定格入力 [kW]	15	15		
			定格能力 [kW]	7.1	8		
			定格入力 [kW]	0.099	0.09		
			定格風量 [CMH]	1,080	1,080		
	ペリメータ	3	定格能力 [kW]	14	16		
			定格入力 [kW]	0.279	0.279		
室内機位置			配管長 [m]	30			
			高低差 [m]	5			
仕状			インテリア				ペリ
	床・屋根面積 [m <sup>2</sup> ]	200	50				
	窓面積 [m <sup>2</sup> ]	-	196				
	壁面積 [m <sup>2</sup> ]	-	84				
	人員密度 [人/m <sup>2</sup> ]	0.15					
	照明発熱 [W/m <sup>2</sup> ]	16.8					
	機器発熱 [W/m <sup>2</sup> ]	15					
	総合熱損失係数 [kW/K]	0.40	1.07				
人体発熱 [W/人]	54 (顕熱) / 64 (潜熱)						
外気導入量 [CMH]	1,000	250					

表-4 計算の条件

項目	計算条件
計算期間	4/1~5/31
計算間隔	60minに固定
空調時間	8:00~18:00
空調条件	冷房: 室温24°C、湿度成り行き
	暖房: 室温24°C、湿度成り行き
気象条件	HASP東京
その他	空調時間帯のみ計算
	室の顕熱・潜熱バランスは定常計算

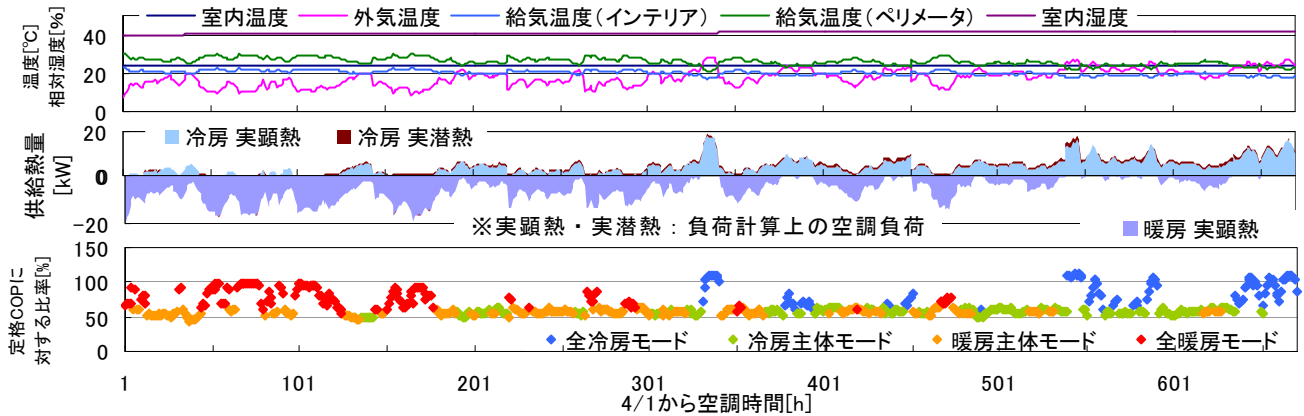


図-5 温度発生状況、空調負荷の発生状況、および、各運転モード別 COP 経時変化

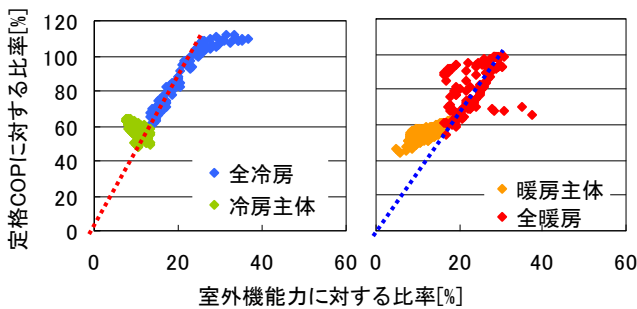


図-6 運転モード別の負荷率と COP 比率の関係

図-5 に各部の温度発生状況、空調負荷の発生状況、および、各運転モード別 COP をあわせて示す。

計測期間は負荷率が低く、冷房時にパッケージでは顕熱冷却しか行われないため、人体からの潜熱負荷の影響で、室内湿度が徐々に上昇している。

外気温の上昇に伴い全暖房→暖房主体→冷房主体→全冷房と運転方式が変化し、冷暖同時モードの COP が全冷房・全暖房モードに比べ低くなっている。冷暖同時モードの、室内負荷が小さく負荷率が低いことが影響しているが、図-6 に示すように、原点と状態点の分布の中心とを結んだ直線に対して、冷暖同時運転の分布が上方にあることから、熱回収によって低負荷時でも効率の向上につながる事が再現されている。

#### 4.2 計算モデルの感度解析と考察

インテリアとペリメータの内部発熱密度と、ペリメータの断熱性能の違いによる冷暖同時運転型のパッケージ空調機の性能について考察を行う。計算条件を表-5 に示す。

窓側に小部屋もしくは座席が少ない建物 (CASE1) は内部発熱が小さく、大部屋仕様 (基準案) に比べ温熱回収熱量が増加し効率が向上している。

外皮性能が向上すると大部屋仕様の建物 (CASE2) では、基準に比べ暖房負荷が減少し低負荷運転となるため、全冷房運転以外の効率が低下している。しかし、窓側に小部屋 (CASE3) のある建物では全冷房・冷房主体モードの効率の向上が確認できる。

#### 5. まとめと今後の課題

パッケージ空調機の調査状況、冷暖同時型の計算フロー、および、簡易なモデル建物・空調システムによる試算・感度解析を行った。

引き続き、検討フレームに上げた機種に関して定式化を進める予定である。

【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)、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ものである。機器特性 SWG 名簿(順不同) 主査: 柳井 崇(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)、工月 良太(東京ガス)、熊谷 雅彦(日本ファルティ・ソリューション)、後藤 裕(三機工業)、品川 浩一(日本設計)、丹羽 勝巳(日建設計)、野原 文男(日建設計)、助飛羅 力(三機工業)、伊藤 祥一(日建設計)、村上 高(東京ガス)、篠田友博(日建設計)、三沢 健(日本設計)、事務局: 生稲 清久(財)建築環境・省エネルギー機構 また、各種機器特性のデータ収集、モデル化に当たっては、(社)日本冷凍空調工業会 (パッケージエアコン技術専門委員会、GHP 委員会、蓄熱空調専門委員会)、(株)デンソー、(株)デンソーエース、日本ビーマック (株) の協力を得た。ここに謝意を表します。

表-5 感度解析の条件

室条件	基準		CASE1		CASE2		CASE3	
	I	P	I	P	I	P	I	P
窓U値 [W/m <sup>2</sup> K]	4.5	-	4.5	-	3	-	3	-
内部発熱 (4.1を基準)	100	100	113	50	100	100	113	50
	100		100		100		100	

※ I: インテリア、P: ペリメータ

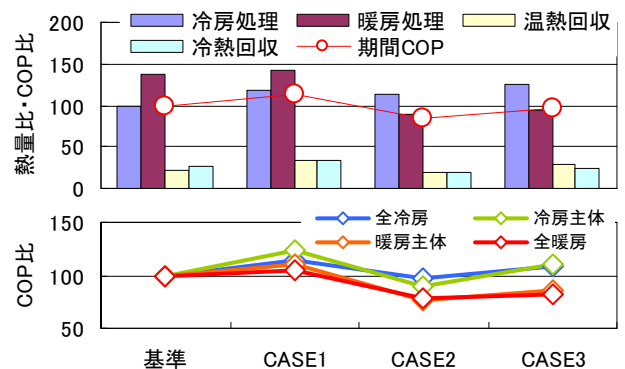


図-7 建物仕様による供給熱量と COP 比率の比較