

平成 29 年 度  
博 士 論 文

家庭用エアコンを対象とした実使用時の COP に  
着目した最適機種選定方法に関する研究

2017 年 7 月

新潟大学大学院自然科学研究科  
環境科学専攻 社会基盤・建築学コース（建築系）

文 欣潔  
指導教官 赤林伸一教授



## 家庭用エアコンを対象とした実使用時の COP に着目した最適機種選定方法に関する研究

## 目次

## 序編

第 1 章 研究目的	3
0.1.1 研究目的	3
0.1.2 本論文の構成	5
第 2 章 熱負荷計算シミュレーションソフトの概要	6

## 第 1 編 市販の家庭用エアコンを対象としたカタログスタディ

第 1 章 カタログスタディの概要	41
第 2 章 カタログスタディの調査結果	42
1.2.1 2013 年度カタログスタディの調査結果	42
1.2.2 2015 年度カタログスタディの調査結果	62
1.2.3 2013 年度及び 2015 年度調査結果の比較	82
第 3 章 まとめ	84

## 第 2 編 家庭用エアコンを対象とした COP 測定実験

第 1 章 簡易カロリメータを用いた COP 測定概要	87
2.1.1 簡易カロリメータの概要	87
2.1.2 測定対象	89
2.1.3 風量変化に応じた COP 測定（測定方法①）	90
2.1.4 風量を一定に制御した COP 測定（測定方法②）	91
2.1.5 エアコンの循環処理風量の測定方法	94
2.1.6 測定条件及び COP マトリックスの作成方法	96
2.1.7 風量合成 COP マトリックスの作成方法	97
第 2 章 COP 測定結果	98
2.2.1 暖冷房出力と COP、風量及び圧縮機のインバータ 周波数との関係	98
2.2.2 COP マトリックス	105
2.2.2.1 測定方法①による COP マトリックス	105
2.2.2.1.1 風量を制御した場合の COP マトリックスの測定結果	105
2.2.2.1.2 風量自動運転時の COP マトリックスの測定結果	117
2.2.2.2 測定方法②による風量別の COP マトリックス	125
2.2.2.3 風量別の COP マトリックスの合成結果	152
第 3 章 まとめ	167

目次

家庭用エアコンを対象とした実使用時の COP に着目した最適機種選定方法に関する研究

目次

<b>第 3 編 COP マトリックスを用いた実 APF の解析</b>	
<b>第 1 章 実 APF の解析条件</b>	
3.1.1 COP マトリックスを用いた APF の算出方法	・ ・ ・ ・ ・ 171
3.1.2 断熱性能を変化させた場合の解析条件	・ ・ ・ ・ ・ 173
3.1.3 地域条件を変化させた場合の解析条件	・ ・ ・ ・ ・ 174
<b>第 2 章 実 APF の解析結果</b>	・ ・ ・ ・ ・ 175
3.2.1 断熱性能を変化させた場合の解析結果	・ ・ ・ ・ ・ 175
3.2.2 地域条件を変化させた場合の解析結果	・ ・ ・ ・ ・ 179
<b>第 3 章 まとめ</b>	・ ・ ・ ・ ・ 182
<b>第 4 編 結論</b>	・ ・ ・ ・ ・ 183
<b>第 1 章 結論</b>	・ ・ ・ ・ ・ 185
<b>第 2 章 今後の展望</b>	・ ・ ・ ・ ・ 189
<b>【謝辞】</b>	・ ・ ・ ・ ・ 191
<b>【参考文献】</b>	・ ・ ・ ・ ・ 195
<b>【梗概】</b>	・ ・ ・ ・ ・ 199

## 序編 研究目的



## 第1章 研究目的

### 0.1.1 研究目的

日本におけるエネルギー消費量のうち、住宅部門で消費されるエネルギーの割合は全体の13.8%（経済産業省資源エネルギー庁「エネルギー白書2015」）を占めており、室内の快適性の追求や新たな家庭製品の普及などにより住宅部門のエネルギー消費量は、今後、更に増加すると予想されている。2011年夏季には東日本大震災に伴う電力不足を契機に大口需要家のみならず、一般住宅においても節電の協力が求められ、節電手法の関心が高まっている。特に住宅における暖冷房のエネルギー消費量は、住宅全体の約1/4を占めており、住宅の省エネルギーの推進のために住宅の断熱・気密性能の向上と共に、暖冷房機器の運転効率の向上が求められている。ヒートポンプにより暖冷房を行うエアコンでは、外気温と暖冷房負荷に応じて機器の成績係数(COP)が大きく変化するため、地域の気象条件及び設備配置計画を含めた建物の熱負荷特性に応じた機種を選定が極めて重要である。

家庭用エアコンは、エネルギー使用の合理化に関する法律（省エネ法）に基づくトップランナー方式により機器効率が年々向上している。しかし現在の機種選定では設置する部屋の負荷に合わせて行うのではなく、断熱性能が極めて悪い住宅の熱負荷を基準とした部屋の面積に対応した機種のラインナップから選定され、現在の高断熱化された暖冷房負荷の小さい住宅では過大な暖冷房能力を持った機種が選定されることになる。この場合、実使用時では暖冷房期間の多くの時間はCOPの悪い部分負荷運転あるいはON-OFF運転している状況にあり、省エネルギーの面では極めて大きな問題になっている。

本研究では、まず、2013年度モデルと2015年度モデル対象としてカタログスタディを行う。2013年度と2015年度の調査結果を比較することで、各社製エアコンのカタログ性能を分析する。次に、市販されているA社製(2013年モデル)とB社製(2015年モデル)家庭用エアコンを対象として外気温、暖冷房負荷を自由に調整可能な簡易カロリーメータを使用し、外気温、暖冷房出力とCOPの関係を明らかにする。最初にCOP測定方法の検討を行い、その後、COPマトリックスデータベースの作成を行う。更に、日本建築学会標準住宅モデルを対象に、各都市における熱負荷シミュレーションを行う。シェルター性能及び地域条件を変化させて熱負荷計算を行い、測定したCOPマトリックスデータと外気温、算出した暖冷房負荷を照合することにより、実APF(Annual Performance Factor)<sup>\*1</sup>を求める。A社製とB社製エアコンの実APFの比較を行い、外気温、算出した暖冷房負荷を各地域の気候条件、熱負荷条件による家庭用エアコンの機器性能特性を明らかにし、最適機種選定方法を検討する。また、JIS C 9612で規定されているカタログAPFと各機種においてCOPマトリックスを用いて算出した実APFの比較を行う。

家庭用エアコンの機器特性に関する既往の研究では、浅間ら<sup>x1)</sup>は、13棟の戸建住宅に設置された家庭用エアコンを対象とした実使用時のCOPの測定を行い、カタログCOPと実使用時のCOPに大きな相違があることを指摘している。特に暖房時ではカタログCOPと比較して実使用時のCOPが低い傾向があることを明らかとしている。

又、エアコンの性能特性は各メーカーがカロリメータを用いて測定しているが、消費者が得られるのは定格条件での COP 等、ある点における性能のみである。更に、エアコンが運転されている場合の性能に関して消費者がエアコン購入時に得られる情報は、定格暖冷房、中間暖冷房、低温暖房試験による 5 点の COP の値を線形補間して算出されたカタログ APF のみである。本研究では、複数台の家庭用エアコンを対象に COP - 外気温 - 空調負荷の関係を測定し、COP マトリックスの作成を行う。複数台の家庭用エアコンを対象に実験により COP マトリックスを明らかとした研究報告はない。

外気温と暖冷房負荷と COP の関係については、細井ら<sup>文2)~4)</sup> や上野ら<sup>文5)~7)</sup> によって冷凍サイクルの理論 COP を実働時の COP に修正する COP 算出法が提案されているが、エアコン室内機の吹出風量(処理風量)が変化した場合等に対する考察が十分ではない。本研究では室内機の風量設定を風量自動運転とする場合と、処理風量を外部のファンにより制御し、変化させた場合の風量別の COP マトリックスの測定を行う。

※1 Annual Performance Factor: 通年エネルギー消費効率。本研究でカタログ値として扱う APF 及び期間消費電力量は 2013 年度モデルは JIS C 9612:2005、2015 年度モデルは JIS C 9612:2013 に基づく。

文1) 浅間英樹、赤林伸一、坂口淳: 家庭用エアコンの実使用時における成績係数に関する研究 独立戸建住宅 13 棟に設置されたエアコンの測定結果、日本建築学会環境系論文集、第 613 号、pp. 35-40、2007. 3

文2) 細井昭憲、澤地孝男、三浦尚志: 人工気候室における測定結果に基づく冷暖房 COP の部分負荷特性 ルームエアコンディショナの冷暖房 COP およびエネルギー消費量に関する研究 その 1、日本建築学会環境系論文集、第 622 号、pp. 65-71、2007. 12

文3) 細井昭憲、澤地孝男、三浦尚志、安浪夕佳: 実測に基づくルームエアコンディショナの COP 算出方法 ルームエアコンディショナの冷暖房 COP およびエネルギー消費量に関する研究 その 2、日本建築学会環境系論文集、第 75 巻、第 654 号、pp. 741-747、2010. 8

文4) 細井昭憲、澤地孝男、三浦尚志、住吉大輔: 実使用時のルームエアコンディショナの COP 評価 ルームエアコンディショナの冷暖房 COP およびエネルギー消費量に関する研究 その 3、日本建築学会環境系論文集、第 77 巻、第 681 号、pp. 881-888、2010. 8

文5) 上野剛、北原博幸、宮永俊之: 家庭用エアコンの熱源特性モデルの開発 その 1: 冷房運転時モデル、空気調和・衛生工学会論文集、190 巻、pp. 41-49、2013. 1

文6) 上野剛、北原博幸、宮永俊之: 家庭用エアコンの熱源特性モデルの開発 その 2: 暖冷房運転時モデルへの拡張と汎用性の検証、空気調和・衛生工学会論文集、204 巻、pp. 85-92、2014. 3

文7) 上野剛、北原博幸、宮永俊之: 家庭用エアコンの熱源特性モデルの開発 : 第 3 報 - 非定常状態への適用のためのモデル改良、空気調和・衛生工学会論文集、225 巻、pp. 29-36、2015. 12

### 0.1.3 本論文の構成

本論文は序編から第4編によって構成されている。

序 編は『研究目的と熱負荷計算シミュレーションソフトの概要』

第1編は『市販の家庭用エアコンを対象としたカタログスタディ』

第2編は『家庭用エアコンを対象とした COP 測定実験』

第3編は『COP マトリックスを用いた実 APF の解析』

第4編は『結論』

序 編では、本論文の研究目的と熱負荷計算シミュレーションソフトの概要を示す。

第1編では、市販の家庭用エアコンのカタログ調査及び解析結果を示す。

第2編では、COP 測定方法の検討及び COP マトリックスについて示す。

第3編では、COP マトリックスを用いて、カタログ APF と比較するための実 APF の解析概要を示す。

第4編では、第1編、第2編の測定結果及び第3編の解析結果の結論と今後の展望を述べる。

序編 研究目的

第2章 熱負荷計算シミュレーションソフトの概要

< TRNSYS with IISiBat の特徴 >

TRNSYS (TRNSYS with IISiBat) は、モジュール式構造を持つシミュレーションプログラムである。つまり、TRNSYS では様々なモジュール (TRNSYS プログラムでは、これらを TYPE と呼ぶ。例えば、気象データの読み取り、スケジュールの作成、集熱器の計算、蓄熱層の計算などを行なう TYPE がある) を組み合わせてデータの流れを指定し、IISiBat (イージーバット) と呼ばれるインターフェース上でひとつのシミュレーションモデルを構築することが可能である。実際にシミュレーションを行う際の作業は、計算目的に合わせていくつかの TYPE を選定し、各 TYPE での設定値やこれらの TYPE 間で行われるデータ交換を情報を指定することである。また、標準のライブラリに含まれていない独自の計算モジュール (TYPE) をインターフェース上で容易に作成することも可能である。このように TRNSYS は柔軟性・拡張性の高いプログラムである。TRNSYS の構造とデータフローを図0.2.1に示す。

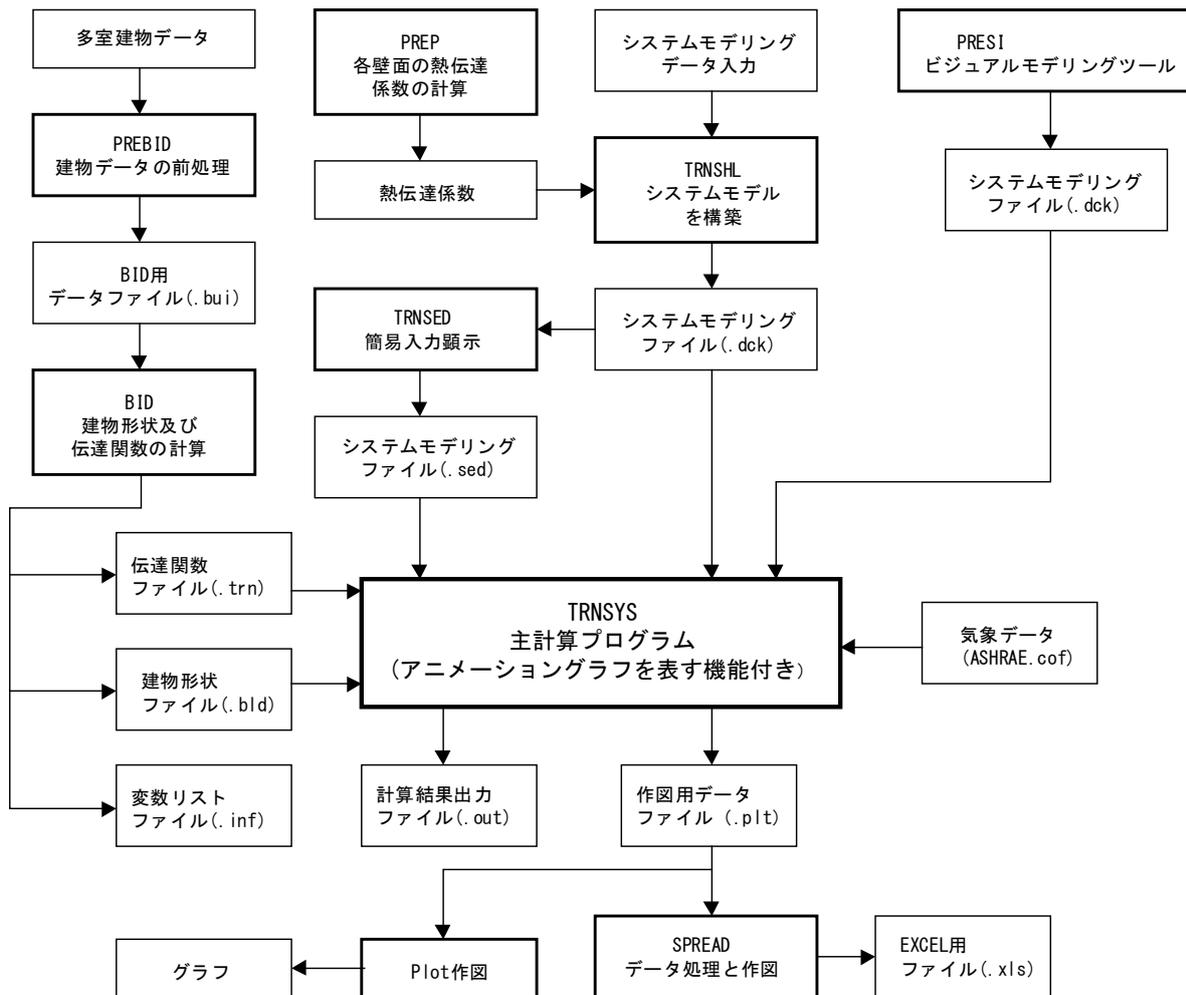


図 0.2.1 TRNSYS の構造とデータフロー

### < TYPE56: MULTI-ZONE BUILDING の概要 >

TRNSYS は、25 のゾーンをもつ建物の熱の動きを体系付ける要素で構成される。この要素を使うには、最初にそれぞれの前処理プログラムを実行しなければならない。Building Input Description プログラム (BID) は、建物について記述されたファイルを読み込み処理し、TRNSYS シミュレーションの TYPE56 の構成要素によって使われる 2 つのファイルを作成する。ユーザーは、テキストエディタかインタラクティブプログラム PREBID を用いて、BID によって処理された建物の記述を含んだファイルを作る。TYPE56 コンポーネントでは 5 つのパラメーターが必要となる。第 1・2 のパラメーターは、建物のデータ (\*.BLD) と移動機能係数のデータファイルをそれぞれ読み込んだ FORTRAN のロジカルユニットである。第 3 のパラメーターは FORTRAN ロジカルユニットに窓の熱と光に関するデータを含んだライブラリファイルを与える。この ASCII ファイルは TYPE56 を割り当てる。アメリカの Lawrence Berkeley 研究所で開発された WINDOW4.1 プログラムを用いることで発展可能である。第 4 のパラメーターは内部の伝達性と熱交換の計算をする。もし、時間による熱変換係数が使われるなら (例えば、床暖房システムと組み合わせて)、第 4 のパラメーターは 1 となる。第 5 のパラメーターは実施される部屋の温度の計算をするために、気温と平均表面温度の間に地域要因を与える。TYPE56 の出力、入力は BID プログラム内の建物の記述とオプションによって決まる。BID は詳細な出力データと TYPE56 に必要な入力データを生み出す。

暖房、冷房、加湿、除湿の設備には 2 方法ある。その 2 方法は“エネルギー率”と“温度レベル”をコントロールするのに TYPE12 と TYPE19 のモデルが利用できるという点で似ている。“エネルギー率”を用いる方法では、空調設備の単純化モデルは TYPE56 コンポーネント内で実行される。ユーザーは冷暖房の設定温度や湿度コントロールや最大冷暖房率を指定する。建物の各ゾーンでこれらの設定は変えることができる。もしユーザーが冷暖房設備のより詳しいモデルを必要とするならば、“温度レベル”もより詳しくしなければならない。この場合、それぞれのコンポーネントは冷暖房設備か、またはどちらかの設備のモデルが必要となる。TYPE56 ゾーンから出力されたデータを、今度は TYPE56 ゾーンの冷暖房設備モデルの入力に用いることができる。

< 数学的記述 >

冷暖房設備の単純化モデルを含まない一般的な場合を最初に示す。もし別々の設備コンポーネントが使われるならば、それらを内部の対流または通風による熱取得として単純化されたゾーンと結合することができる。これには、TYPE56 のコンポーネント内で冷暖房設備を求める簡単な方法が記されている。もうひとつのセクションでは、壁機能を移す関係に基づく timebase とは異なる timestep のシミュレーションの使い方について記す。最後に、太陽エネルギーと内部の輻射エネルギーをそれぞれのゾーン内に分配する方法である光学と熱の窓モデルと湿気バランス計算を示す。

熱ゾーン (Thermal Zone)

TYPE56 の建物モデルは、例えば家具といった空気集合点と密接に関係があるそのゾーンの空気の容積と容量の熱容量を表している各ゾーンにひとつの空気の中心点を持つ非幾何学的バランスモデルである。だから、容量の中心点はゾーンの容積とは別に入力する。

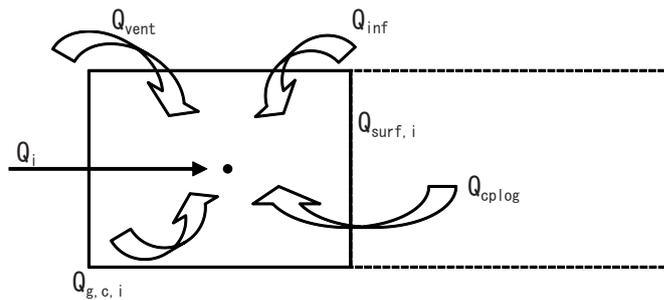


図 0.2.2 空気を中心点の熱バランス

空気を中心点への熱の流れ (Convective Heat Flow to the Air Node)

$$\dot{Q}_i = \dot{Q}_{surf,i} + \dot{Q}_{inf,i} + \dot{Q}_{r,i} + \dot{Q}_{g,c,i} + \dot{Q}_{cptg,i} \quad (0.2.1)$$

$$\dot{Q}_{surf,i} = U_{w,i} \cdot A_{w,i} \cdot (T_{wall,i} - T_{air})$$

; すべての内側表面からの熱の流れ

$$\dot{Q}_{inf,i} = \dot{V} \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_{outside} - T_{air})$$

; 外気流入量

$$\dot{Q}_{r,i} = \dot{V} \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_{ventilation} - T_{air})$$

; 換気量 (HVAC の様な利用者の決めた換気システムによる)

$$\dot{Q}_{g,c,i} = \left[ \frac{kJ}{h} \right]$$

; 人間や設備、照明、放熱器などによる内部の対流の増加

$$\dot{Q}_{cptg,i} = \dot{V} \cdot \rho \cdot c_p \cdot (T_{zone,i} - T_{air})$$

; ゾーン i か境界状態からの結合性のある空気流の増加

混合 (Coupling)

この章では空気を中心点から、または中心点への熱の流れである、あるゾーンが他のゾーンから受ける空気の最大の流れを定義する。それはゾーン内で空気の交換が起こったものとして、隣り合ったゾーンから戻ってきた空気の流れを自動的に定義するのではない。この戻ってきた流れを考えると、対応する混合は戻ってきた同じ空気を受ける隣り合ったゾーン内で定義されなければならない。この取り決めは、ゾーン内を横切る通風、または3つ以上のゾーン内を循環する通風（例えば、2階建ての温室を通るサーモサイフンのような）をユーザーに説明できるようにするためである。

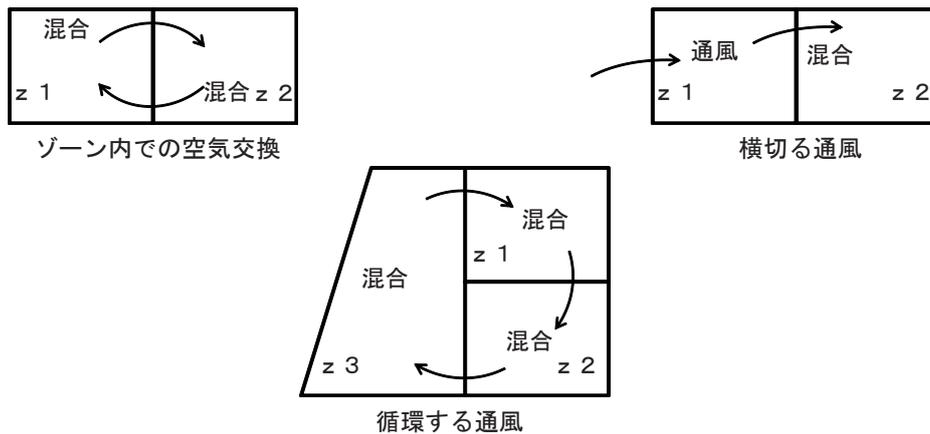


図 0.2.3 空気の流れ

注 ; TYPE56 では空気バランスのチェックはできない。ユーザーは混合によってゾーンを空にすることも満たすこともできる。ゾーン内を混合、換気、流入する空気の流れは物理的に重要であることに注意しなければならない。

壁や窓への輻射熱流 (Radiative Heat Flows (only) to the Walls and Window)

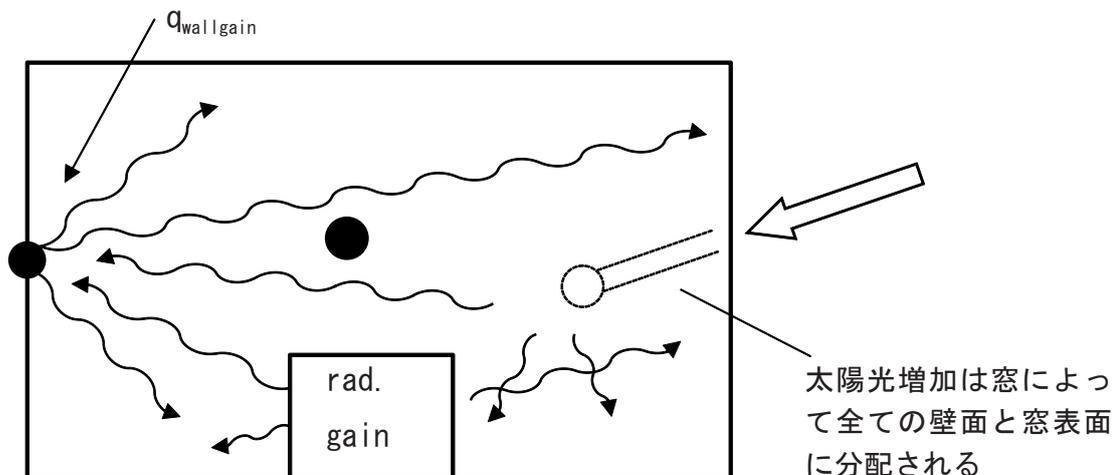


図 0.2.4 壁表面のある点からの輻射熱の流れ

$$\dot{Q}_{r,w_i} = \dot{Q}_{g,r,i,w_i} + \dot{Q}_{sol,w_i} + \dot{Q}_{long,w_i} + \dot{Q}_{wall-gain} \quad (1.1.2)$$

; 壁表面温度の中心点への輻射増加 [kJ/h]

$\dot{Q}_{r,w_i}$  ; 壁が受けるゾーン内の輻射増加 [kJ/h]

$\dot{Q}_{g,r,i,w_i}$  ; 窓を通して壁が受ける太陽光増加 [kJ/h]

$\dot{Q}_{sol,w_i}$  ; この壁と他のすべての壁と窓の間で交換される長波長輻射

$\dot{Q}_{long,w_i}$  ( $\varepsilon_i = 1$ ) [kJ/h]

; 壁表面のユーザーが明示した熱の流れ

$\dot{Q}_{wall-gain}$

次のサブセクションではこれらのエネルギー量の計算に使われた表現が与えられる。変化する温度とエネルギーを計算するための手順が必要とされる。

### 壁と窓 (Walls and Windows)

図 6.1.4 には、窓や壁の熱反応によって特定される熱流や温度が示される。図 6.1.4 で用いられた用語は下記に記す。

- $S_{s,i}$  ; 内部表面で吸収した輻射熱流 (太陽熱と輻射熱取得)
- $S_{s,o}$  ; 外部表面で吸収された輻射熱流 (太陽熱取得)
- $\dot{q}_{r,s,i}$  ; ゾーン内における全ての他表面の純輻射熱移動
- $\dot{q}_{r,s,o}$  ; 外部表面を考慮した全ての他表面の純輻射熱移動
- $\dot{q}_{w,g,i}$  ; 壁表面へのユーザーの指定した熱流
- $\dot{q}_{s,i}$  ; 内部表面においての壁からの伝導熱流
- $\dot{q}_{s,o}$  ; 外部表面においての壁からの伝導熱流
- $\dot{q}_{c,s,i}$  ; 内部表面からゾーン空気への熱対流
- $\dot{q}_{c,s,o}$  ; 境界 / 表面から外部表面への熱対流
- $T_{s,i}$  ; 内部表面温度
- $T_{s,o}$  ; 外部表面温度
- $T_i$  ; ゾーン i の温度 (空気の中心点)
- $T_{a,s}$  ; 外部境界表面における周囲の空気の温度

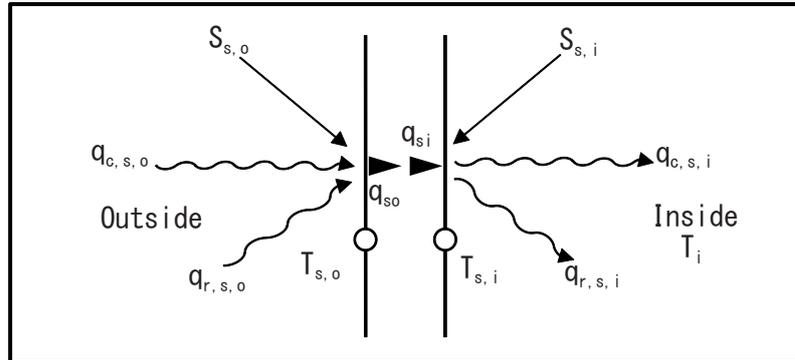


図 0.2.5 表面熱流と表面温度

壁は、表面から表面へ限定される Mitalas と Arseneault の変換機能関係によって説明される。全ての壁において、表面における熱伝導は次のようになる。

$$\begin{aligned} \dot{q}_{s,i} &= \sum_{k=0}^{n_{b_s}} b_s^k T_{s,o}^k - \sum_{k=0}^{n_{c_s}} c_s^k T_{s,i}^k - \sum_{k=1}^{n_{d_s}} d_s^k \dot{q}_{s,i}^k \\ \dot{q}_{s,o} &= \sum_{k=0}^{n_{a_s}} a_s^k T_{s,o}^k - \sum_{k=0}^{n_{b_s}} b_s^k T_{s,i}^k - \sum_{k=1}^{n_{d_s}} d_s^k \dot{q}_{s,o}^k \end{aligned} \quad (0.2.3)$$

これらの表面温度や熱流に関する時系列の方程式は、同じ時間間隔で数値を求められる。右上の k の文字は時系列用語と関係する。現在の時間が k=0 であって、それよりも前の時間が k=1 などである。この計算に基づく timebase は、BID の中でユーザーによって明示されている。

Mitalas による機能変換法 (Transfer Function Method by Mitalas)

機能や応答要因を移す方法は、壁の“熱履歴”を伝える方法として述べられ、壁は黒い箱として考察されている。たとえ壁が高い熱量 ( $k \leq 20$ ) をもつ重い壁であろうと、この壁の熱反応の記述をほんの少しの時間幅でしか考察しないものであろうとも、(ユーザーによって明示された) timebase と関係のある timestep ( $k$ ) の数値は示される。考察された壁の timebase がある一定の時間を越えた場合、変換機能のマトリックス係数の計算は停止させられる。その結果、そのような“薄い”壁は、熱量を見逃した抵抗によって置き換えることができる。例として、次のような図は異なった壁の材料層を示している。

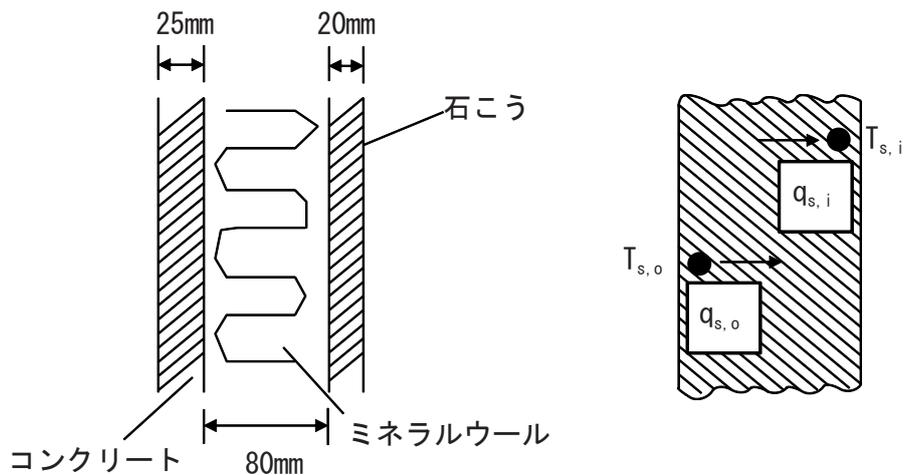


図 0.2.6 実際の壁と黒箱モデルの壁

外側から内側にコンクリート、ミネラルウール、石膏の3つの層で構成される壁を例として示す。

表 0.2.1 壁材の物質データ

物質データ	厚さ [m]	伝導率 [kJ/h·m·K]	容積 [kJ/kg·K]	密度 [kg/m <sup>3</sup> ]
コンクリート	0.025	6.23	0.75	2200
ミネラルウール	0.08	0.155	0.75	40
石膏	0.02	2.62	0.75	1600

\*\*\*\*\* 壁変換計算 \*\*\*\*\*  
レンガ壁タイプ

表 3.1.2 機能変換係数 (Mitalas)

K	A	B	C	D
0	2.6190774.E+01	1.2372480.E+00	4.4254315.E+01	1.0000000.E+00
1	-2.4298963.E+02	6.5867610.E-01	-4.2365060.E+01	-1.3354550.E-04
2	2.6803463.E-03	3.7640136.E-04	5.2372929.E-03	
合計	1.8944930.E+00	1.8944320.E+00	1.8944920.E+00	9.9866400.E-01

試験壁の係数表は上記のようになる。さらに変換機能係数リストは、壁の熱伝導値 U の計算と内部と外部の表面への一定の伝達性の熱移動 ( $\alpha_i, \alpha_o$ ) を考慮している合計熱移動係数 k を含む。

注；これらの対流による熱移動係数はシミュレーションでは使われない。k 値の計算はインフォメーションファイル (\*.INF) で述べられているため、そこで対流による熱移動係数は使われる。

$$\frac{1}{\alpha_i} = 0.13 \frac{1}{\frac{w}{m^2K}} \quad ; \quad \frac{1}{\alpha_o} = 0.04 \frac{1}{\frac{w}{m^2K}}$$

壁要素の熱量を考慮しているダイナミックなシミュレーションではこれらの値を用いないが、壁表面の一時的な熱流に暗に含まれた熱の抵抗について描写している。変換機能方法と TYPE56 建物モデル全体の最終的な証明は、CEC リサーチプログラム PASSYS の詳細な測定法を使った Peter Voit によってなされた。

### 長波長輻射 (The Long-Wave Radiation)

ゾーン内の表面とゾーン空気から内部表面へ対流する熱流が交換する長波長輻射は、Seem と図 6.1.7 に示された STAR ネットワークを使うことで近似値を得られる。この方法は、壁表面から対流による空気中心点への、そして放射による他の壁と窓要素への同方向のエネルギーの流れを考慮した太陽熱量の変化や、床暖房された人工の温度集中点 (Tstar) を使う。ZAE ミュンヘンの S.Holst によってなされた、スウェーデン LUND 大学の建物の詳細モデル JULOTTA と比較すると、表面温度は一致することがわかる。混合した熱流や輻射熱変換係数を用いる単一中心点モデルは、より顕著な違いがみられる。

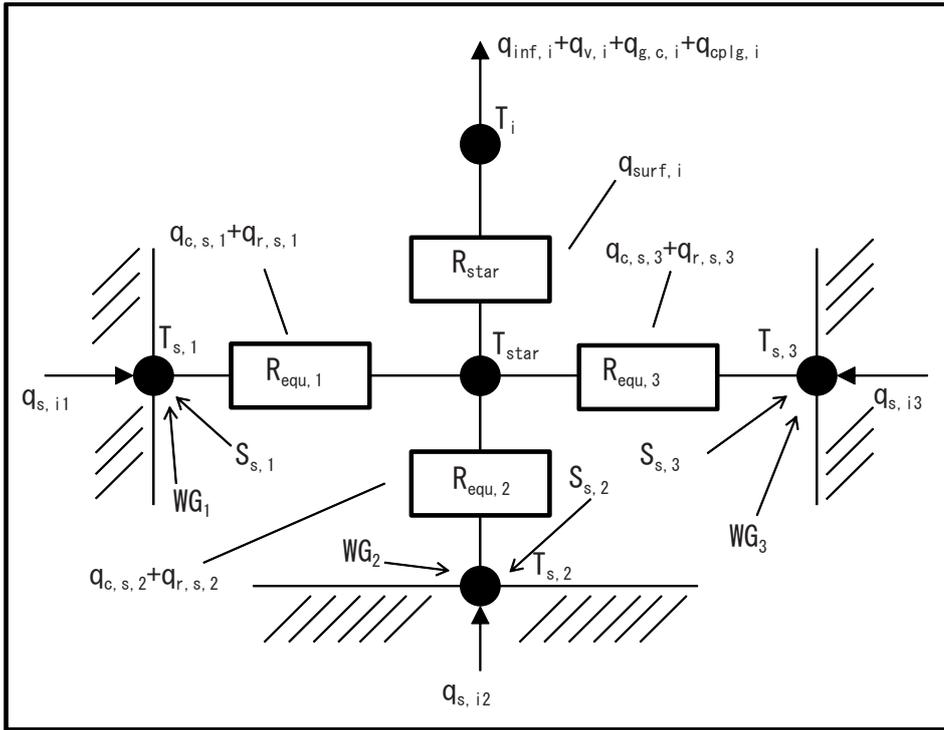


図 0.2.7 3面ゾーンの STAR ネットワーク

$$R_{star,i} = f(\alpha_i, A_{surf,i}) = \frac{1}{Q_{surf,i}} (T_{star} - T_i) \quad (0.2.4)$$

抵抗  $R_{equiv,i}$ ,  $R_{star,i}$  の計算方法は（参考文献 ;3）参照。エリアの割当は全表面間の吸収要因を求めるため、これらの計算で用いられる。STAR 温度は内側壁面の純放射と熱対流の計算で使われる。

$$\dot{q}_{comb,s,i} = \dot{q}_{c,s,i} + \dot{q}_{r,s,i} \quad (0.2.5)$$

$$\dot{q}_{comb,s,i} = \frac{1}{R_{quiv,i} A_{s,i}} (T_{s,i} - T_{star})$$

$\dot{q}_{comb,s,i}$  ; 対流と放射による熱流の混合

$A_{s,i}$  ; 内部表面面積

外部表面における長波長放射交換は、TYPE56 モデルで入力した仮想外気温 ;  $T_{sky}$  と各外部表面の気候要素 ;  $f_{sky}$  を使った関数で求められる。合計伝熱量  $q_{comb,s,o}$  は対流による伝熱と放射による伝熱の合計として次式で求められる。

$$\begin{aligned}\dot{q}_{comb,s,o} &= \dot{q}_{c,s,o} + \dot{q}_{r,s,o} \\ \dot{q}_{c,s,o} &= h_{conv,s,o} \cdot (T_{a,s} - T_{s,o}) \\ \dot{q}_{r,s,o} &= \sigma \cdot \varepsilon_{s,o} \cdot (T_{s,o}^4 - T_{fsky}^4) \\ T_{fsky} &= (1 - f_{sky}) \cdot T_{a,s} + f_{sky} \cdot T_{sky}\end{aligned}\tag{0.2.6}$$

$\dot{q}_{comb,s,o}$  ; 表面での対流と輻射による熱流の混合  
 $\dot{q}_{c,s,o}$  ; 表面での対流による熱流  
 $\dot{q}_{r,s,o}$  ; 表面での輻射による熱流  
 $h_{conv,s,o}$  ; 外部表面における対流伝熱係数  
 $f_{sky}$  ; 外側表面で見える空の割合 1  
 $T_{sky}$  ; 長波長輻射交換で使われる仮想外気温  
 $\varepsilon_{s,o}$  ; 外側表面の長波長放射  
 $\sigma$  ; Stephan-Boltzmann 定数

近隣に建物のない垂直な壁では、 $f_{sky}$  値は 0.5 である。もし壁の前に視界を妨げる建物がある場合、 $f_{sky}$  値は 0.5 よりも小さくなる。屋根の上には障害物のない水平な屋根では、 $f_{sky}$  値は 1.0 となる。

表面でのエネルギーバランスは次式で与えられる。

$$\begin{aligned}\dot{q}_{s,i} &= \dot{q}_{comb,s,i} + S_{s,i} + Wallgain \\ \dot{q}_{s,o} &= \dot{q}_{comb,s,o} + S_{s,o}\end{aligned}\tag{0.2.7}$$

太陽放射と長波長輻射の両方を受ける内部表面積  $S_{s,i}$  は、人間や家具といった室内にあるものも含む。

Wallgain はユーザーが定義した内壁表面を流れるエネルギーの流れである。それは太陽高度の変化による天井冷房システムモデルの単純な方法として使用される。外側表面積  $S_{s,o}$  は太陽放射だけを受ける。

### 外壁 (External Walls)

式 0.2.2 に式 0.2.7 を代入した式は、境界気温の関数として外壁の内部表面熱流の混合や操作をすることができる。

$$\begin{aligned} \dot{q}_{comb,s,i} &= \dot{q}_{c,s,i} + \dot{q}_{r,s,i} \\ B_s &= \frac{e_s h_{s,o}}{(1 - f_s)} \\ C_s &= \frac{f_s \left( \frac{1}{R_{equiv,i} A_{s,i}} \right)}{(f_s - 1)} \\ D_s &= \frac{f_s S_{s,i} + e_s (S_{s,o} - k_{s,o}) + K_{s,i}}{(1 - f_s)} \\ e_s &= \frac{b_s^o}{a_s^o + h_{s,o}} \\ f_s &= (b_s^o e_s - c_s^o) R_{equiv,i} A_{s,i} \end{aligned} \tag{1.1.8}$$

$K_{s,i}$  と  $K_{s,o}$  の値は変換機能方程式によって決まる。

$$\begin{aligned} K_{s,i} &= \sum_{k=0}^{n_{b_s}} b_s^k T_{s,o}^k - \sum_{k=0}^{n_{c_s}} c_s^k T_{s,i}^k - \sum_{k=1}^{n_{d_s}} d_s^k \dot{q}_{s,i}^k \\ K_{s,o} &= \sum_{k=0}^{n_{a_s}} a_s^k T_{s,o}^k - \sum_{k=0}^{n_{b_s}} b_s^k T_{s,i}^k - \sum_{k=1}^{n_{d_s}} d_s^k \dot{q}_{s,o}^k \end{aligned} \tag{0.2.9}$$

### 壁の境界状態 (Walls with Boundary Conditions)

式 0.2.8 もまた、既知の境界温度  $T_{b,s}$  を  $T_{a,s}$  として代わりに使うことができる。

隣り合った内壁と境界状態と同一の壁

(Adjacent, Internal Walls and Walls with Identical Boundary Conditions)

他のゾーンと隣り合った壁、内壁、同一状態である隣り合ったゾーンの壁に、式 1.1.8 は適用されるが、下記の点に注意する

$$\begin{aligned} \text{隣り合ったゾーン;} & \quad T_{a,s} = T_{\text{star},j} \\ \text{内壁;} & \quad T_{a,s} = T_{\text{star},j} \\ \text{隣り合った同一のゾーン;} & \quad T_{a,s} = T_{\text{star},j} \end{aligned}$$

$$B_s = \frac{1}{1 - f_s} \frac{e_s R_{\text{equiv},j} A_{s,j}}{1 - f_s}$$

$$e_s = \frac{b_s^o}{a_s^o + \frac{1}{R_{\text{equiv},j} A_{a,j}}}$$

注；内壁では、両側は  $A_s$  領域として考えなければならない。

HBACK  $\leq 0.001$  とすることで気温よりもむしろ外側表面温度を境界状態とすることもできる。この場合、 $T_{a,s} = T_{s,o} = T_{b,s}$  とする。 $B_s, C_s$  は次のようになる。

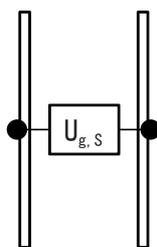
$$B_s = \frac{b_s^o}{1 + c_s^o R_{\text{equiv},i} A_{s,i}}$$

$$C_s = \frac{c_s^o}{1 + c_s^o R_{\text{equiv},i} A_{s,i}}$$

$$D_s = \frac{K_{s,i} - c_s^o R_{\text{equiv},i} A_{s,i} S_{s,i}}{1 + c_s^o R_{\text{equiv},i} A_{s,i}} \quad (0.2.10)$$

窓 (Windows)

窓は熱量をもたず、太陽エネルギーを通すが内部の長波エネルギーは通さない外壁として考えられる。長波の吸収は表面のみで起こると考えられる。TYPE56 の熱バランスの計算において、窓は下の図で 2 点間モデルとして表される。光学と熱の窓モデルの詳細は後で示す。式 1.1.3 ~ 1.1.8 は窓の計算で有効である。



$$a_s^o = b_s^o = c_s^o = U_{g,s}$$

$$a_s^k = b_s^k = c_s^k = d_s^k = 0$$

$U_{g,s}$  ; 内側から外側へのガラスの透過損失係数

図 0.2.8 TYPE56 の熱バランス計算で使われた 2 点間窓モデル

ゾーンの表面からの合計熱量 (Total Gains from Surfaces in a Zone)

ゾーン i の全表面からの合計熱量は混合熱移動または式 1.1.7 と式 1.1.8 の合計である。

$$\begin{aligned}
 Q_{surf,i} = \sum A_s q_{comb,i} = & \sum_{j=1}^{adj. zones} \sum_{i=1}^{walls itoj} A_s B_s T_{star,j} + \sum_{ext. surfaces} A_s B_s T_a + \sum_{int. walls} A_s B_s T_{star} \\
 & + \sum_{known bound} A_s B_s T_{b,s} - \sum_{surface inzonei} A_s (C_s T_{star,i} - D_s - S_{s,i}) \quad (0.2.11)
 \end{aligned}$$

; 内部領域の表面積内壁の両側は内部表面積と考えられ、そして式 1.1.11 に2回含まなければならない。

図 0.2.7 の STAR 点のエネルギーバランスは次式でえられる。

$$\dot{Q}_{surf,i} = \frac{1}{R_{star,i}} (T_{star,i} - T_i) \quad (0.2.12)$$

浸透・換気・対流による混合 (Infiltration, Ventilation, and Convective Coupling)

浸透率、換気率は各ゾーンの1時間あたりの空気交換回数で得られる。流動率はゾーンの空気容量と空気密度、空気交換率から求められる。浸透は外部の状態により起こり、換気はある(可変)温度により起こる。等しい空気量はそのゾーン温度でゾーンから流出するとみなす。ゾーン i の浸透と換気によるエネルギー量は次式で得られる。

$$\begin{aligned}
 \dot{Q}_{inf,i} &= \dot{m}_{inf,i} Cp (T_a - T_i) \\
 \dot{Q}_{v,i} &= \dot{m}_{v,i} Cp (T_v - T_i) \quad (0.2.13)
 \end{aligned}$$

- $\dot{m}_{inf,i}$  ; 浸透空気の流動率
- $\dot{m}_{v,i}$  ; 換気の流動率
- $Cp$  ; 空気の熱
- $T_v$  ; 換気空気の温度
- $T_a$  ; 周囲の温度

温度変化のある個々のゾーンや既知の境界状態をもつ壁は、ある対流による混合が可能である。この混合はゾーンに流入して壁面を伝う空気の流動率である。ある等しい空気量はその温度でゾーンから流出するとみなす。対流による混合で得られるエネルギー量はゾーン内全ての壁が取得するエネルギーの合計である。

$$\dot{Q}_{cplg,i} = \sum_{adj. zones} \sum_{walls itoj} \dot{m}_{cplg,s} Cp (T_j - T_i) + \dots + \sum_{known bound} \dot{m}_{cplg,s} Cp (T_{b,s} - T_i) \quad (0.2.14)$$

- $\dot{m}_{cplg,s}$  ; 壁を伝ってゾーン i に流入する空気の流動率

自由に変動するゾーンの温度（冷暖房なし）

(Floating Zone Temperature (No Heating or Cooling))

自由に変動するゾーンの内部エネルギーの交換率は純熱取得に等しい。

$$C_i \frac{d}{dt} T_i = \dot{Q}_i \quad (0.2.15)$$

$C_i$  はゾーン  $i$  の熱容量（最少 =  $V_i \rho \cdot c_p$ 、 $V_i$  はゾーン容積）

純熱量  $\dot{Q}_i$  は  $T_i$  とゾーン  $i$  と隣接する全ゾーンの温度による関数で得られる。

注; $\dot{Q}_i$  は単にこの方程式において決められた全ての timestep で変わらないものであり、ゾーン温度の平均値から求められる。

この場合、与えられた timestep の最終温度による方程式の解は次式のようにになる。

$$T_{i,\tau} = T_{i,\tau-\Delta t} - \Delta t + \frac{\bar{Q}_{i\Delta t}}{C_i} \quad (0.2.16)$$

$\Delta t$  ; シミュレーションの timestep

$T_{i,\tau-\Delta t}$  ; 開始 timestep のゾーン温度

温度変化は直線的で平均値は次のようになる

$$T_i = \frac{T_{i,\tau} + T_{i,\tau-\Delta t}}{2} \quad (0.2.17)$$

式 0.2.17 は  $T_{i,\tau}$  と唯一の表現で表される純熱量の式 0.2.16 に代入した結果で解け、次式が得られる

$$\begin{aligned} \frac{2C_i(\bar{T}_i + T_{i,\tau-\Delta t})}{\Delta t} &= \sum_{j=1}^{\text{zones}} \sum_{itoj}^{\text{walls}} \dot{m}_{cplg,s} C_p \bar{T} + \dot{m}_{cplg,s} C_p T_a + \sum_{\text{known bound}} \frac{d}{dt} \dot{m}_{cplg,s} C_p T_{b,s} \\ &- \left( \frac{1}{R_{star,i}} - \sum_{\text{known boundaries}} \dot{m}_{cplg,i} + \sum_{itoj}^{\text{walls}} \dot{m}_{cplg,s} + \dot{m}_{inf,i} \dot{m}_{v,i} \right) \bar{T}_i + \dot{m} C_p T_v + \dot{Q}_{g,c,i} \end{aligned} \quad (0.2.18)$$

式 0.2.11 と式 0.2.12 は等しくそして次のように再編できる

$$\begin{aligned} \left( \frac{1}{R_{star,i}} - \sum_{\text{int. walls}} A_s B_s + \sum_{\text{surf. ini}} A_s C_c \right) \bar{T}_{star,i} - \left( \sum_{\text{adj. zones}} \sum_{itoj}^{\text{walls}} A_s B_s \right) \bar{T}_{star,i} - \frac{1}{R_{star,i}} \bar{T} : \\ = \left( \sum_{\text{exterior surfaces}} A_s B_s \right) T_a + \sum_{\text{known boundaries}} A_s B_s T_{b,s} + \sum_{\text{surface inzonei}} A_s (D_s + S_{s,i}) \end{aligned} \quad (0.2.19)$$

エネルギーバランスは全てのゾーンについて書かれ、ゾーン温度平均と STAR 温度平均の1次方程式の結果である式 1.1.18 と式 1.1.19 によってえられる行列式では

この行列は次のように分配される

$$[X][\bar{T}] = [Z] \quad (0.2.20)$$

$$[X] = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} \\ X_{21} & X_{22} \end{bmatrix}$$

$$[\bar{T}] = \begin{bmatrix} \bar{T}_1 \\ \bar{T}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{T} \\ \bar{T}_{star} \end{bmatrix}$$

$$[Z] = \begin{bmatrix} Z_1 \\ Z_2 \end{bmatrix}$$

$$X_{11,ii} = \left( \sum^{wallsitoj} \dot{m}_{cplg,s} + \dot{m}_{inf,i} + \dot{m}_{v,i} \right) C_p + \frac{2C_i}{\Delta t} + \sum^{known\ boundaries} \dot{m}_{cplg,i}$$

$$X_{11,ij} = \sum^{wallsitoj} \dot{m}_{cplg,s} C$$

$$X_{12,ii} = \frac{1}{R_{star,i}}$$

$$X_{12,ij} = 0$$

$$X_{21,ii} = -\frac{1}{R_{star,i}}$$

$$X_{21,ij} = 0$$

$$X_{22,ii} = \sum^{int.\ walls} A_s B_s + \sum^{surf.\ inzonei} A_s C_s$$

$$X_{22,ij} = -\sum^{adj.\ zones} \sum^{walls\ itoj} A_s B_s$$

$$Z_{1,i} = \dot{m}_{inf,i} C_p T_a + \dot{m}_{cplg,s} C_p T_{b,s} + \dot{m}_v C_p T_v$$

$$Z_{2,i} = \left( \sum^{ext.\ surf} A_s B_s \right) T_a + \sum^{known\ boundaries} A_s B_s T_{b,s} + \sum^{surf.\ inzonei} A_s (D_s + S_{s,i})$$

温度変化のあるゾーンの場合

$$[\bar{T}] = [X]^{-1}[Z] \quad (0.2.21)$$

ゾーン i の最終温度は

$$T_{i,\tau} = 2\bar{T}_i - T_{i,\tau-\Delta t} \quad (0.2.22)$$

注；各ゾーンの timestep での平均温度は TYPE56 で出力される。これは TRNSYS スタンダードで最終 timestep での平均値として与えられた結果による。

壁の Timebase に対するシミュレーション Timestep  
(Simulation Timestep Versus Wall Timebase)

式 0.2.8 は、内側と外部の空気温度を持つ壁の内部の表面における熱伝導値を与える。式 0.2.2 と式 0.2.4 は、時系列に基づくので時系列の Timebase の平均を出せば正確な値となる。また、ゾーン空気内部のエネルギーの変化率についての微分方程式が、シミュレーションの Timestep で解明される。これは壁の Timebase シミュレーションの Timestep が壁の Timebase 以下ならば、Timebase 上の内部の壁表面における平均の熱伝導値は式 0.2.23 で求められる。

$$\overline{\dot{q}_{s,i,\Delta t_b}} = B_s \overline{T_{i,\Delta t_b}} + C_s \overline{T_{a,s,\Delta t_b}} + D_s \quad (0.2.23)$$

$\Delta t_b$  は、壁の Timebase に関係している。

平均時間軸空気温度は式 0.2.24、式 0.2.25 で求める。

$$\overline{T_{i,\Delta t_b}} = \frac{\sum T_{i,\Delta t} \Delta t}{\Delta t_b} \quad (0.2.24)$$

$$\overline{T_{a,s,t_b}} = \frac{\sum T_{a,s,\Delta t} \Delta t}{\Delta t_b} \quad (0.2.25)$$

式 0.2.24 と式 0.2.25 を、式 0.2.23 に代入すると、次式が得られる。

$$\dot{q}_{s,i,\Delta t_b} = \sum_{\text{over timebase}} (B_s \bar{T}_{i,\Delta t} + C_s \bar{T}_{a,s,\Delta t} + D_s) \frac{\Delta t}{\Delta t_b} = \frac{\sum \dot{q}_{s,i,\Delta t} \Delta t}{\Delta t_b} \quad (0.2.26)$$

壁の Timebase 上の平均熱流動は、シミュレーションの Timestep 上の平均気温で求められた平均熱流動と等しい。各 Timestep の方程式の解にとって、方程式 1.1.8 によって与えられる壁の熱流動は最新の状況を使い決定される。しかしながら、壁の履歴を特徴付ける気温と熱流動は壁の Timebase 上の平均を表している。これは Timebase 値の期間で気温幅を導く。

重く厚い壁の Timebase は2時間またはそれ以上かけて決定される。もし同じ建物にとっても薄い壁があったならば、BID プログラムはエラーメッセージを出し停止する。これは軽い構造の時間定数によって引き起こされる。もし時間定数が変換機能の Timebase よりも低ければ、応答はエラーを出すであろう。この場合、薄い壁は抵抗層を用いる記述によって置き換えられるはずである。この方法は方程式 1.1.26 によって与えられた壁の Timebase 上の熱流動をもたらす。

### 光と熱の窓モデル (Optional and Thermal Window Model)

TRNSYS バージョン 14.2 では、詳細な窓モデルが米国の Lawrence Berkeley Laboratory(参考文献;8)によって開発された WINDOW4.1 プログラムで使われている出力データが TYPE56 のコンポーネントの中に組み込まれている。この窓モデルは6つの窓ガラスで構成され、細部において太陽放射の伝達、投影、吸収を算出する。内外の遮光物や様々なガラスのタイプによる端補正が検討される。光と熱の窓モデルが以下に述べられている。

## 窓の説明 (Discription of the Window)

窓は、5つの異なるガスで満たされた6つの窓ガラスで構成されている。各窓ガラスはそれぞれの温度をもち、前に説明した通り、内側の窓ガラスはSTAR中心点温度とSTARネットワークに関わっている。そして、外側の窓ガラスは周囲の気温に熱を伝えることによって、そして架空外気温 ( $T_{fsky}$ ) に変換する長波長輻射によって結びつけられる。フレームと窓ガラスとガス充填物の熱容量は無視する。

窓ガラスにおいて求める温度は、入射・拡散する太陽放射の伝達・吸収・反射や、ゾーンの壁や内部にある遮光物から反射する短波長輻射の拡散によって計算される。(図0.2.9参照)

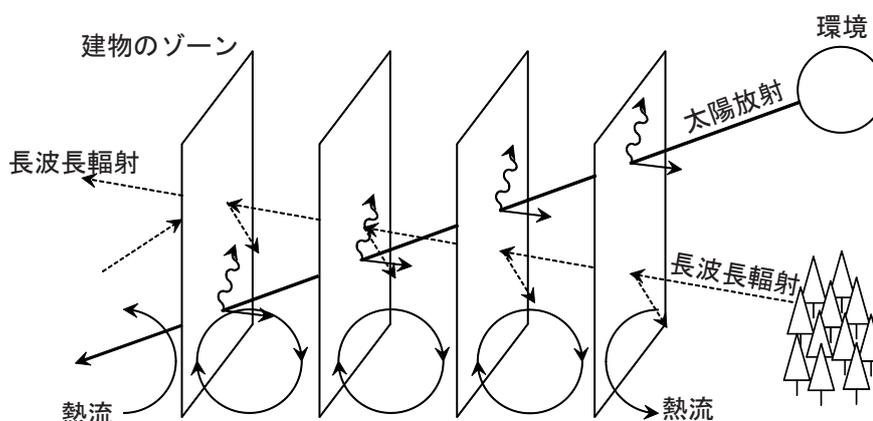


図 0.2.9 窓モデルの詳細図

## 太陽放射の伝達 (Transmission of Solar Radiation)

それぞれのガラスはガラス材料と入射角度によって決まる太陽放射の入射の一部を吸収し反射する。WINDOW4.1プログラムでは、単一のガラスと吸収・伝達する各ガラスとの間の反射の細かい計算を、直射日光の入射角10度で半球形の拡散において実行した。充填したガスの持つ熱やガラスからの伝導や放射とともに、窓の光学データはWINDOW4.1プログラムによってASCIIファイルに表されている。この出力ファイルは、DOE2.1(LBL)やTRNSYS14.2のような熱の分析プログラムに役立つ標準フォーマットを装備している。TRNSYSでは、窓のライブラリーファイルは一般的に使用されているガラスのシステムをユーザーに役立たせるためWINDOW4.1プログラムを用いて作られた。

このデータは、回帰機能を用いて構成・改変したTYPE56によって読み出される。

$$y = x \cdot (2 - x + (1 - x)^2 \cdot (c1 + c2 \cdot (2 - x)))$$

この改変データを用いると、各窓における太陽放射の伝達と短波長輻射の吸収の合計が算出される。

窓ガラス間における熱流動 (Heat Flux Between Window Panes)

個々の窓ガラス間における熱伝達の様子を下の図に示す。伝達・対流・長波長輻射は個々のものとみなされる。

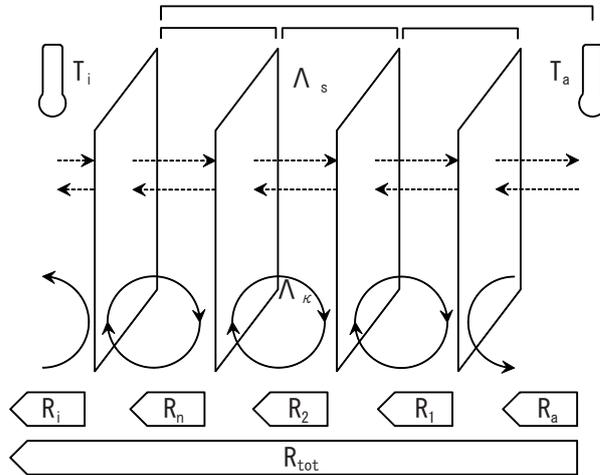


図 6.1.10 窓ガラス中の抵抗ネットワーク

内側の窓ガラスから周囲への熱流動は、下の式を用いて算出される。

$$\dot{Q}_{n-a} = k_{n-a}A(T_n - T_a) \quad (0.2.27)$$

$$k_{n-a} = \frac{1}{\sum R_{jj} + R_a}, R_{jj} = \frac{1}{\Lambda_{jj}}$$

$$R_a = \frac{1}{\alpha_{c,a} + \alpha_{r,a}}, R_i = \frac{1}{\alpha_{c,i} + \alpha_{r,i}}$$

$$\Lambda_{jj} = \Lambda_{c,v,jj} + \Lambda_{rad,jj} + \Lambda_{cond,jj}$$

ガラス間の放射熱の変換係数は、次式を用いて算出する。

$$\Lambda_{jj} = a\sigma(T_{mean})^3 \frac{1}{\frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1} \quad (0.2.28)$$

個々のガラス間の対流熱の変換係数に置き換えられるのは、窓の傾斜を考慮しつつ次式を用いて算出される。

$$\Lambda_k = Nu \cdot \frac{\lambda(T)}{s} \quad (0.2.29)$$

$$Ra = \frac{g\Delta TL^3}{T\mu\alpha} \quad (0.2.30)$$

$$Nu = 1 + 44 \left[ 1 - \frac{1708(\sin(1.8\beta))^{1.6}}{Ra \cos \beta} \right] \left[ 1 - \frac{1708}{Ra \cos \beta} \right]^+ + \left[ \left( \frac{Ra \cos \beta}{5830} \right)^{\frac{1}{3}} - 1 \right]^+ \quad (0.2.31)$$

### 短波長輻射の吸収 (Absorption of Short-Wave Radiation)

窓ガラスにおける短波長輻射の吸収（太陽放射の入射・拡散・ゾーンの全表面や内部にある遮光物から反射したものの拡散）は次式によって与えられた窓ガラスからゾーンへの熱流量を導く。

$$\dot{Q}_{abs,i} = \sum_{i \rightarrow n} (I_{dir}abs_{dir,i} + I_{dif}abs_{dif,i}(I_{ref,z} + I_{ref,sh})abs_{dif,i,b}) \frac{R_{i-1} + R_a}{R_{tot}} \quad (0.2.32)$$

ガラスなどの全熱流量は、温度差のみによる熱損失と、短波長輻射（参考文献 ;5）の大きさのみによるガラスの熱吸収流量に分割して示すことができる。

ゾーンの表面で反射された拡散太陽放射は TYPE56 によってのみ算出されるので、もしゾーンのすべての窓からの太陽放射の伝達合計がわかるなら、ゾーンのすべての窓に繰り返し使用される回路は、実際にゾーンの拡散反射する太陽放射が決定するまで実行することができる。

### 窓ガラス温度の反復解法 (Iterative Solution for Pane Temperatures)

短波長輻射の吸収は個々の窓ガラスの温度増加を引き起こす。これは接した窓や、窓の内部（ゾーン）と外部（周囲）へ熱流動を引き起こし、その結果、窓ガラス温度に補足的な変化をもたらす。窓ガラス温度におけるこの反復は、窓ガラス温度変化が指定された値よりも低くなるまで行われる。

### 窓ガラスを通過する全エネルギー流量

(Total Energy Flux through the Window Glazing)

個々の窓ガラス温度と窓ガラスを通過する全熱流量を決定すると、吸収された短波長輻射は、それぞれの窓ガラスで集約され、内部と外部の窓の中心点に分割され、窓ガラス中心点で吸収された短波長輻射が示される。

$$\dot{Q}_{abs,i} = 0.5(\dot{Q}_{abs} + h_i \cdot (T_i - T_{zone}) - h_o \cdot (T_o - T_{amb})) \quad (0.2.33)$$

$$\dot{Q}_{abs,a} = \dot{Q}_{abs} - \dot{Q}_{abs,i} \quad (0.2.34)$$

2点間モデルのこれら熱流動は、多くのゾーンを持つ建物のダイナミックな反応を算出するための熱均衡アルゴリズムである TYPE56 の中で使われている。

### 補正端と窓フレーム (Edge Correction and Window Frame)

窓ガラス温度の算出は、ガラスの端の影響を受けない安定したガラスの中央で行われる。ガラスの端でスペーサーの影響である冷橋を考慮し、5つの異なる素材のスペーサーにおいて補正端係数は WINDOW 4.1 プログラムによって算出される。ガラスの周囲から 2.5 インチ (63.5mm) の範囲をガラスの端と定義する。これらの補正係数と WINDOW プログラムで定義されたガラスサンプルの高さと幅は、ウィンドウライブラリーから読み込まれ、ガラスの  $u$  値は、特にガラスの中央の値を  $u_{\text{center}}$  とし、そしてガラスの端の値を  $u_{\text{edge}}$  として次式で算出する。

$$u_{\text{edge}} = c_{\text{edge},1} + c_{\text{edge},2} \cdot u_{\text{center}} + c_{\text{edge},3} \cdot u_{\text{center}}^2 \quad (0.2.35)$$

$$u_{\text{glass}} = (A_{\text{centr}} \cdot u_{\text{center}} + A_{\text{edge}} \cdot u_{\text{edge}}) / (A_{\text{centr}} + A_{\text{edge}}) \quad (0.2.36)$$

この補正值  $u_{\text{glass}}$  は、建物の記述の中で明らかにされたものとして TYPE56 の窓の熱計算に使われている。

建物の記述では、窓全体の面積に対するフレームの面積の比率が明らかにされ、さらにフレームの  $u$  値が与えられる。窓全体の  $u$  値はガラスとフレームの  $u$  値を示す数値として算出される。

$$u_{\text{window}} = f_{\text{frame}} \cdot u_{\text{frame}} + (1 - f_{\text{frame}}) \cdot u_{\text{glass}} \quad (0.2.37)$$

太陽放射の伝達は、この比率によって（窓の不透過性のフレーム部分によって）減少する。TYPE56 の熱均衡アルゴリズムにおいて、熱流全体とその結果生じる温度は、合計窓面積と関わっている。

### 外部と内部の遮光物 (External and Internal Shading Devices)

外部あるいは内部の遮光物は建物の窓のみで考える。建物の記述で与えられた要因によって、外部の遮光物は窓のガラス領域に入射する太陽放射を減少させる。外部の遮光物が有効であるならば、周囲へガラスの熱損失を減少させる熱抵抗を決定してもよい。

内部の遮光物によって、伝達された太陽放射の減少と太陽放射の反射係数、そしてゾーンの空気中心点に付加された対流の温度を限定しているパラメーターを決めることができる。モデルは、異なる窓ガラス上の内部の遮光物から反射された太陽の放射の吸収を考慮に入れる。そのために内部の窓ガラスによってとても現実的な温度となる。内部のガラスの後部に置かれた遮光物によって付加された対流は、遮光物上の太陽放射の吸収によって煙突効果を生じ始めさせる。

## 序編 研究目的

内部遮光において吸収された太陽放射は、伝達された太陽放射の生成物・反射を考慮した遮光ガラス面積の一部・先に述べた上昇気流を経て空気中心点に移された断片として与えられる。

$$\dot{q}_{absh} = \dot{q}_{transfish}(1 - refl_{ish})(1 - c_{conv,sh}) \quad (0.2.38)$$

付加された対熱流である、ゾーンの空気中心点への流れは、その結果、次式で与えられる。

$$\dot{q}_{conv,sh} = \dot{q}_{transfish}(1 - refl_{ish})c_{conv,sh} \quad (0.2.39)$$

## 太陽放射の分布 (Distribution of Solar Radistion)

入射は、エネルギーの集中した面積分布にしたがって、配分される。いくつかの表面に吸収された入射の割合は次式で表される。

$$\sum^{surfaces} (1 - \rho_{d,s}) A_s \quad (0.2.40)$$

$\alpha_s$  ; (建物の説明で定義された) 表面の太陽熱の吸収

$\rho_{d,s}$  ; 表面の太陽放射による反射率

壁表面では、

$$\tau_s = 0 \quad , \quad \rho_{d,s} = (1 - \alpha_s)$$

窓では、伝達損失は次式で表される。

$$\tau_s = (1 - \alpha_s - \rho_{d,s})$$

$\rho_{d,s}$  ; 内側からの太陽放射による反射率

## 長波長輻射の分布 (Distribution of Long-Wave Radiation)

全表面は、放射する内部のエネルギー増加により黒くなると仮定する。面積分布によってこれらの増加分が配分される。1つの表面によって吸収され、いくつかのゾーンで得られた内部放射の割合は次式によって表される。

$$f_{1,s} = \frac{A_s}{\sum^{surfaces} A_s} \quad (0.2.41)$$

## 水分バランス (Moisture Balance)

エネルギーバランスの計算と平行して、TYPE56 は空気中に漂っている湿気の割合、またはあるセットポイントにおける加湿 / 除湿を考慮して水分バランスを計算する。この場合、TYPE56 は潜在する水分量を計算する。TYPE56 で使われる水分バランスの計算には2つのモデルがある。第1のモデルは、ゾーンにおける増加する水分量の収着による影響を考慮する。第2のモデルは、より高度でありゾーンにおける壁の表面と内部の水分を和らげるものが表される。

## 有効な湿気容量モデル (Effective Capacitance Humidity Model)

第1のモデルにおいて、吸着性・脱着性の材料、地面または植物のバッファ効果は、ゾーンの空気の生成物や水分容量の割合として明らかにされた有効な水分容量によって考えられる。

$$M_{eff,i} = Ratio \cdot M_{air,i} \quad (0.2.42)$$

ここで、

$M_{eff,i}$  ; ゾーンにおける有効な水分容量

$M_{air,i}$  ; ゾーンにおける空気量

$Ratio$  ; 1 から 10 の範囲で表される増加要素

いくつかのゾーンにおける水分バランスは下の微分方程式にしたがって、求められる。

$$M_{eff,i} \frac{d\omega_i}{dt} = \dot{m}_{inf,i}(\omega_a - \omega_i) + \dot{m}_{v,i}(\omega_{v,i} - \omega_i) + W_{g,i} + \sum_{j=1}^{walls} m_{cplg,s}(\omega_j - \omega_i) \quad (0.2.43)$$

ここで、

$\omega_i$  ; ゾーンの湿度

$\omega_a$  ; 周囲の湿度

$\omega_{v,i}$  ; 通風の湿度

$W_{g,i}$  ; 内部の湿気取得量

$\omega_j$  ; ゾーン J 隣接湿度

連立微分方程式の解を簡単にするため、前の timestep の最後にある  $\omega$  値を上式の用いる。サブルーチン DIFFEQ は、各ゾーンの timestep 上の最終湿度と平均湿度をそれぞれ解くために使用される。ゾーンにおける平均湿度が、加湿や除湿によってセットポイントよりも低下したり上昇したりするならば、セットポイントにおける湿度を保つために潜在エネルギーは増加あるいは減少する。ゾーン内の湿度変化は、 $\omega_i = \omega_{\tau,i}$  で生じると仮定する。この場合、

$$Q_{lat,i} = h_v \left[ \dot{m}_{inf,i}(\omega_a - \omega_{req,i}) + \dot{m}_{v,i}(\omega_{v,i} - \omega_{req,i}) + W_{g,i} + \sum_{\substack{walls \\ i-j}} m_{cplg,s} (\omega_{j,\tau-\Delta t} - \omega_{i,\tau-\Delta t}) - \frac{M_{eff,i}(\omega_{req,i} - \omega_{i,\tau-\Delta t})}{\Delta t} \right] \quad (0.2.44)$$

ここで

- $Q_{lat,i}$  ; 潜在エネルギー減少量 (+ 除湿、- 加湿)
- $h_v$  ; 気化熱
- $\omega_{req,i}$  ; 加湿あるいは除湿のセットポイント

2つのセットポイント間で湿度は自由に変動する。

### バッファーストレイジの湿度モデル (Buffer Storage Humidity Model)

バッファーストレイジのモデルは、表面と内部のストレージに分類されたバッファの湿気を説明する。これらのバッファは下図のようにお互いに関連している。さらに表面のバッファはゾーンの中心点と関係している。それぞれのバッファは3つのパラメータで明確にされる。

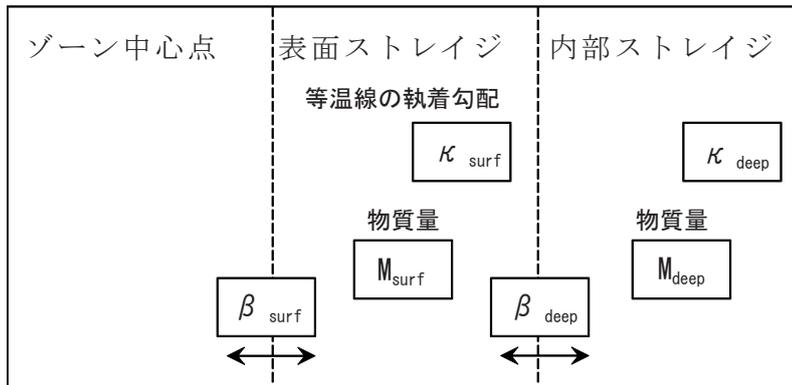


図 0.2.11 バッファーストレイジのモデル

第1のパラメータは物質における等温線  $K$  の収着勾配である。これらの数値は物質の水分保有量を表している。第2のパラメータは物質質量である。3番目のパラメータ  $\beta$  はストレージからゾーン中心点への水蒸気移動をコントロールしている。

## バッファーストレイジの湿度モデルの数学的説明

### (Mathematical Description of the Buffer Storage Humidity Model)

ゾーンの湿度計算に使用する微分方程式は、ゾーン中心点と表面ストレージとの間における水分の交換を考慮して期間を延長する。今までの微分方程式と新しい微分方程式との比較を下に示す。

有効な容量モデル

$$M_{air,i} \cdot W_{cap} \frac{d\omega_i}{dt} = \dot{m}_{inf,i}(\omega_a - \omega_i) + \dot{m}_{v,i}(\omega_{v,i} - \omega_i) + \dot{W}_{g,i} + \sum_{i-j} m_{cplg,s}(\omega_j - \omega_i) \quad (0.2.45)$$

バッファーストレイジモデル

$$M_{air,i} \cdot \frac{d\omega_i}{dt} = \dot{m}_{inf,i}(\omega_a - \omega_i) + \dot{m}_{v,i}(\omega_{v,i} - \omega_i) + \dot{W}_{g,i} + \sum_{i-j} m_{cplg,s}(\omega_j - \omega_i) + \beta_{surf}(\omega_{surf} - \omega_i) \quad (0.2.46)$$

$\omega_i$  ; ゾーン i の湿度 (水分 kg/ 空気 kg)

$\omega_a$  ; 周囲の湿度

$\omega_{v,i}$  ; 通風の湿度

$\omega_j$  ; ゾーン j との隣接湿度

$\omega_{surf}$  ; 表面ストレージの湿度

$\dot{W}_{g,i}$  ; 内部の水分取得量 (水分 kg/h)

$\beta$  ; 変換係数

さらに、2つの新しい微分方程式は、表面と内部ストレージの含水の説明を表している。

$$M_{surf} \kappa_{surf} f(\varphi, \omega) \frac{d\omega_{surf}}{dt} = \beta_{surf}(\omega_i - \omega_{surf}) + \beta_{deep}(\omega_{deep} - \omega_{surf}) \quad (0.2.47)$$

$$M_{deep} \kappa_{deep} f(\varphi, \omega) \frac{d\omega_{deep}}{dt} = \beta_{deep}(\omega_{surf} - \omega_{deep}) \quad (0.2.48)$$

$\omega_{deep}$  ; 内部ストレージの湿度

$\kappa_{surf}$  ; バッファ表面の収着等温線の勾配 ( $\text{kg}_{water}/\text{kg}_{material}/\text{rel. humidity}$ )

$\kappa_{deep}$  ; バッファ内部の収着等温線の勾配

$f(\varphi, \omega)$  ; 相対湿度の変換因数→湿度

$\beta_{surf}$  ; ゾーンの変換係数⇔表面ストレージ (kg/h)

$\beta_{deep}$  ; 表面ストレージの変換係数⇔内部ストレージ (kg/h)

初めに、ユーザーは実際の壁の層を2つの湿度のストレージタイプに割り当てる。バッファー表面では、もっとも反射が少ない抵抗物質のみが問題とされる。

$$\beta_{surf} = 0.1 \cdot \frac{A}{0.094 \cdot \frac{1}{\beta'} + \sum d_i \mu_i} \quad (0.2.49)$$

$\beta_{surf}$  は計算可能である。計算は表面積  $A$  ( $m^2$ )、蒸気変化の係数  $\beta$  ( $\sim 12m/h$ )、厚さ  $d$  (m) と層  $i$  の抵抗  $\mu$  に基づいている。 $\beta_{deep}$  の計算で蒸気の抵抗の係数は無視することができる。

$$\beta_{deep} = 0.1 \cdot \frac{A}{\sum d_i \mu_i} \quad (0.2.50)$$

厚さを  $d$  とすると、 $M = 2d \cdot A \cdot \rho$  に相当するバッファー物質質量と係数  $\beta$  の数値は容易に決定される。下記の  $d$  の厚さは考慮して決定しなければならない。例えば、表面バッファーが1層目の石こう (mm) と2層目の内部バッファー (mm) のみで定義されるとすると、壁表面の湿度ストレージは得られるが内部は無視される。オフィスにおける湿度の測定は、式 1.1.51 の条件のときに壁による影響を考慮していることを示している。

$$\frac{\beta_{surf}}{A} = 3 \frac{kg_{air}}{m^2h} \quad , \quad \frac{\beta_{deep}}{A} = 1 \frac{kg_{air}}{m^2h} \quad (0.2.51)$$

この根拠は、最初の値は数分以内の流量を表し、次の値は数時間以内の流量を表すという事実の上に成り立っている。測定と詳細なシミュレーションは、(レンガやコンクリートの) 壁の中央部から部屋の空気へ流れる水分がごく微量で無視できるということも示している。もしもシミュレーションが数日以上かかるならば、周囲からゾーンへの水分の流れはより増加し、そして浸透パラメーターによって明らかにされなければならない。

前述の値は推奨値である。もちろん、内部バッファーは別の方法で明らかにすることもできる。微量値は1つの季節内での水蒸気移動を表している。式 1.1.50 を用いると、厚さ  $d$  と質量  $M$  は容易に決定される。

もし1つの物質だけが1つのストレージで使用されるとすると（例えば、内部ストレージにはコンクリート）ユーザーは建物の説明ファイル\*.BUI.の中にパラメーターKやMを設定しなければならない。もしもユーザーが複数の物質を考慮したいのなら（例えば、コンクリートと石こう）、1つのパラメーターを1に設定しもう1つのパラメーターをKとMによる積の合計に設定する必要がある。

$$\kappa_1 M_1 + \kappa_2 M_2 + \dots$$

バッファーストレージの例 (Buffer storage Example)

湿度と温度は80m<sup>3</sup>の容積のあるオフィスで2日間測定されている。そのオフィスは、石こう（厚さ:12mm）とミネラルウール（厚さ:10cm）からなる層の壁、そしてコンクリートの天井と床で囲まれている。周期的に絶対湿度は急激に上昇した。

表 2.1.3 から石こうの係数 *KSURF* が決定する。

$$KSURF = 0.015$$

深層バッファは、異なる物質を考慮する。そのため、*KDEEP* の値は、

$$KDEEP = 1$$

石こうの層の大きさは50m<sup>2</sup>。表面バッファの浸透深度は、*d*=3mmに等しいため対応する重量は270kgである。

$$MSURF = 50m^2 \cdot 6mm \cdot 900kg/m^3 = 270kg$$

$$\begin{aligned} MDEEP &= M1 \cdot \kappa1 + M2 \cdot \kappa2 + M3 \cdot \kappa3 \\ &= M(\text{gypsum}) \cdot \kappa(\text{gypsum}) + M(\text{mineralwool}) \cdot \kappa(\text{mineralwool}) \\ &\quad + M(\text{concrete}) \cdot \kappa(\text{concrete}) \\ &= 270 \cdot 0.015 + 500 \cdot 0.01 + 175 \cdot 0.04 = 16 \end{aligned}$$

$$BDEEP = \beta_{deep}/A \cdot A = 1 \frac{kg}{m^2h} \cdot 50m^2 = 50 \frac{kg}{h}$$

$$BSURF = \beta_{surf}/A \cdot A = 3 \frac{kg}{m^2h} \cdot 50m^2 = 150 \frac{kg}{h}$$

序編 研究目的

建物の説明は（今までのパラメータ－WCAPRの代わりに）下のパラメータを含んでいるはずである。

$$KSURF = 0.015$$

$$KDEEP = 1$$

$$MSURF = 270$$

$$MDEEP = 16$$

$$BSURF = 150$$

$$BDEEP = 50$$

表 0.2.3 バッファーストレイジ湿度モデルの物質データ

物質	密度 $\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$K$ $\left[ \frac{\text{kg-water}}{\text{kg-build.mat.}} \right] / [\text{rel.humidity}]$	抵抗 $\mu$
重コンクリート	2200	0.04	70-150
多孔質コンクリート	600	0.05-0.08	5-10
レンガ	1900	0.03	15-25
泥レンガ	1600	0.005	5-10
プラスター	1800	0.02	5-20
石こう	900	0.015	8
木材	600	0.2	40
コルク	100	0.03	5-10
ミネラルウール	100	0.01	1
HR発泡	20	0.7	20-70

バッファーストレイジ湿度のモデルの測定とシミュレーションの比較  
 (Comparison of Measurement and Simulation for the Buffer Storage Humidity Model)

測定とシミュレーションによる湿度

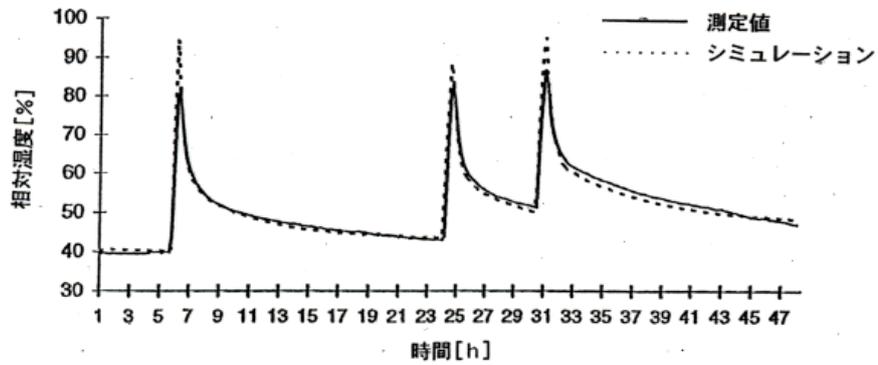


図 0.2.12 バッファーストレイジ湿度のモデルにおける測定とシミュレーションの結果

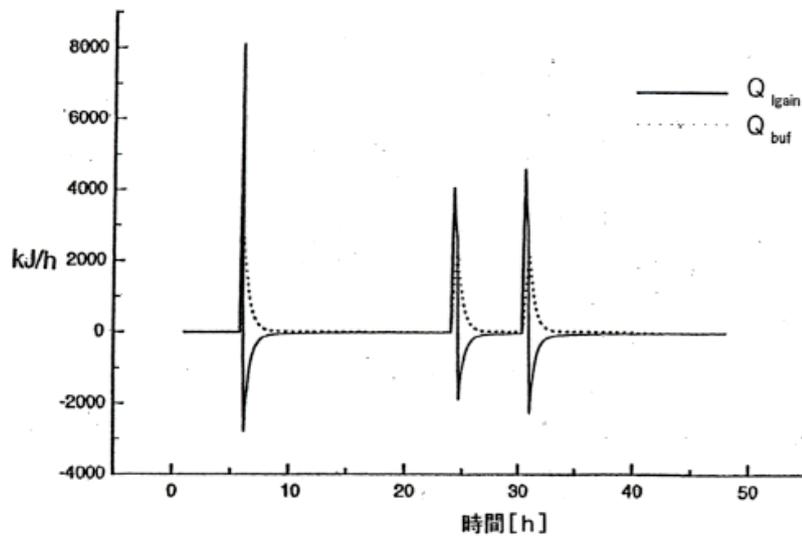


図 0.2.13 表面バッファーに流れるエネルギーを表す  $Q_{lgain}$  と  $Q_{buf}$  の出力結果

## < PREBID の概要 >

TRNSYS で使用するマルチゾーン建物モデルはいくつかの段階を踏む。まずその建物 (\*.BUI) を表す複雑なテキストファイルは建物の幾何学と熱のプロパティに基づいて作られる。このファイルは PREBID として同じサブディレクトリーに含まれる BIDWIN プログラムによって処理される。BIDWIN は \*.BUI ファイルの情報を二つの新しいファイルを作成するために用いる。一方には、建物についての幾何学情報が含まれ、そしてもう一方には ASHRAE の壁変換機能を含む。BIDWIN はまた TYPE56 に必要な入力データと得られる出力データを表すファイルも作成する。これらのファイルは実際の TRNSYS 入力ファイルの中の TYPE56 で使われる。

上記のプロセスの最も時間がかかり難解な部分は、建物についてのファイル (\*.BUI) を作成するところである。このファイルに必要なシンタクスは複雑で精密であるため、タイピングや配置によるエラーがよくおこる。さらに、このファイルの指示は部分から全体へと伝わる。個々の物質における熱のプロパティは最初に入力され、これらの物質は壁を表すものとなる。つまり全建物の構成はあらかじめ決めなければならない。

PREBID は \*.BUI ファイルを作り出す時に、簡単に操作できるツールとして開発された。テキストファイル中の情報を入力する変わりに、単純化された連結窓におけるプロセスの記述に従って導かれる。PREBID3.0 では、最初に基本的なプロジェクトデータを、各ゾーンごとに入力する。

- ・ 新しい詳細窓モデル
- ・ 新しい詳細湿度モデル
- ・ 可変輻射率の新しい熱モデル
- ・ 内壁表面における対流によって変化する熱変換係数
- ・ 長波長による外部との熱交換
- ・ 出力リストの増加

加えて、この境界面が持つ利点を与えるために、PREBID はシステムを操作する Windows に移される。さらに、ある壁と窓のライブラリーは現在アメリカとドイツの基準に従っている。壁や層などの新しい TYPE を表す方法もまた変化した。PREBID の前のバージョンでは、新しい TYPE はその名前を入力することによって簡単に作成され、後に TYPE の定義が TYPE マネージャー内で行われる。この方法は様々なエラーを引き起こし、特に TYPE のプロパティを定義し忘れることが多かった。ユーザーにより良いガイダンスを与えるために、PREBID はユーザーが続行する

前に新しい TYPE を完全に定義することを必要とする。TYPE マネージャーは以前に定義された TYPE の編集においてのみ必要とされる。より理解しやすい境界面とするためのもう1つの改良点は壁と窓の接合部である。PREBIDにおいて、窓は外壁でのみ定義することができ、窓面積は入力された壁面積から自動的に除去される。

## TRANSYS 構成要素

パラメーター NO.	説明
1 Lud	- BID によって書かれた建物の記述を読むための FORTRAN の論理ユニット
2 Lut	- BID によって書かれた壁の変換係数を読むための FORTRAN の論理ユニット
3 LUWIN	- 窓のライブラリーの FORTRAN 論理ユニット
4 T*-MODE	- STAR ネットワークの計算のスイッチ 0: シミュレーション開始時のみ 1: 全ての timestep
5 Aop	- 測定される部屋の温度の付加要素

## 入出力

BID プログラムは、必要な入力と使用可能な出力 (\*INF) のリストを使って出力ファイルを作り出す。ユーザーは TRANSYS 入力ファイルの中の適した入力関係を指定しなければならない。

第 1 編 市販の家庭用エアコンを対象とした  
カタログスタディ



第1章 カタログスタディの概要

既往の研究<sup>文1)</sup>において家庭用エアコン（2012年度モデル）のカタログスタディを行い、平均定格 COP と定格出力の関係及び市場価格と定格出力の関係を報告している。更に、JIS C 9612 に基づいた計算条件により省エネ法の「住宅事業建築主の判断基準」の地域区分を考慮し、全国9地域の通年エネルギー消費効率（Annual Performance Factor:APF）を算出し、通年でのエネルギー消費効率の算出では地域の気候特性について評価すべきであることを述べている。

本研究では2013年度及び2015年度の家庭用エアコンを対象に各メーカー毎のカタログを調査し、結果を分析する。表1.1.1に調査対象とした家庭用エアコンの台数を示す。P社、ME社、MH社、H社、T社、D社、F社、S社、C社の大手家電メーカー9社の2013年度及び2015年度モデル（暖冷房機種の壁掛けタイプ）を調査対象としたメーカー毎のエアコン台数、カタログ値と市場価格をweb（大手家電量販店（YD社、KD社、YC社、BC社）のWeb公開価格の平均値（2013年モデル：2013/5/28～2013/7/22、2015年モデル：2015/10/15～2015/11/13に調査した値）をweb上で収集し、各機種の性能分析を行う。調査台数は2015年度モデルは2013年度に比較して80機種増加し、特に定格暖房能力3.6[kW]の増加が25機種と最も多い。

表1 調査対象とした家庭用エアコンの台数

メーカー名称	定格暖房能力[kW]																								メーカーごとの総台数[台]				
	2.2		2.5		2.8		3.2		3.6		4.0		4.2		5		5.3		6.7		7.1		8.5		9.5		2013年度	2015年度	
	2013年度	2015年度	2013年度	2015年度	2013年度	2015年度	2013年度	2015年度	2013年度	2015年度	2013年度	2015年度	2013年度	2015年度	2013年度	2015年度	2013年度	2015年度	2013年度	2015年度	2013年度	2015年度	2013年度	2015年度	2013年度	2015年度	2013年度	2015年度	
P社	3	4	1	3	4	7			4	10			1	7	3	10			3	8	1	5	1	3	2	21	59		
ME社		5	3	6	3	2	4			8	2	3	8	3	5			2	7		2		1	1	1	18	47		
MH社			5	6	5	6	8			8			8	6	5	6			5	4	1		1		1	39	36		
H社	1	1	3	3	4	4			4	6			3	4	4	5	2	2	4	6	3	3	3	3	1	1	30	38	
T社	2	2	1	1	3	3			4	4	1	2	2	6	7			4	5	1	1	1	1	1	1	1	1	25	28
D社	3	3	2	2	5	6			5	5			5	5	6	8			5	7	3	5	3	3	3	3	3	40	47
F社	3	1	1	4	4	5			4	5			1	7	3	5			3	5	1	2	1	2		2	21	31	
S社	4	5	1	1	5	7			8	7			7	1	8	5			6	5	3	1	3	1	2		47	33	
C社			3	4	3	3			3	4					4	4			1	1							14	16	
定格能力ごとの総台数[台]	16	21	20	30	36	43	12			32	57			3	30	33	42	55	2	33	48	13	19	13	14	8	10	255	335
2013年度より増加した台数[台]	5		10		7		0			25		3		3		13		2		15		6		1		2		80	

文1) 赤林伸一、坂口淳、大嶋拓也、市川裕幸、有波裕貴：家庭用エアコンのCOPの現状とAPFの地域特性に関する研究、日本建築学会技術報告集、第20巻、第44号、pp.187-190、2014.2

## 第2章 カタログスタディの調査結果

### 1.2.1 2013年度カタログスタディの調査結果

表 1.2.1.1 に各メーカー毎のカタログ調査結果（2013年度モデル）を示す。どの機種でも最大暖房出力が最大冷房出力と比較して 1.7 ～ 2.3 倍程度大きく、暖房出力範囲の方が広い傾向がある。

図 1.2.1.1 に定格出力と市場価格の関係（2013年度モデル）を示す。暖冷房共に定格出力と平均市場価格の関係はほぼ比例しており、定格出力が約 2 倍上昇すると平均市場価格は約 1.6 倍に上昇する。

図 1.2.1.2 に定格出力と平均定格 COP<sup>※</sup>の関係（2013年度モデル）を示す。暖冷房共に定格出力の上昇に伴い平均定格 COP は低下する傾向がある。定格出力が約 2 倍上昇すると平均定格 COP は 1.2 程度低下する。

暖冷房負荷の大きい部屋では、出力の大きなエアコンを一台設置する場合と比較して、相対的に効率が良い定格出力の小さい機種を複数台設置する方が COP が高くなる可能性がある。出力の小さい機種を複数設置し、暖冷房負荷に合わせて台数制御を行うことで COP が向上し、消費電力量は少なくなるため、長期的に使用する場合は台数制御を行う方が省エネルギーとなる可能性がある。

※ 平均定格 COP は定格出力毎に対象エアコンの定格 COP を平均した値。



表 1.2.1.1 各メーカー毎のカタログ調査結果 (2013年度モデル)  
(2) P社 (b)

シリーズ	機種	仕様	外形寸法	重量	室内機サイズ	室外機サイズ	配管サイズ	電圧	機能	省エネ	運転時間	消費電力	運転モード	平均価格	販売会社	価格.com最安値
Mシリーズ	GS-M723C	4.65	15.0	600	40	40	15	15	38	78	23	525	155	172,800	172,800	168,000
	GS-M725C	5.35	18.4	750	40	40	20	39	78	23	525	178	706	179,500	179,500	178,000
	GS-M727C	5.35	18.4	750	40	40	20	39	78	23	525	178	550	181,000	181,000	180,000
	GS-M729C	5.35	18.4	750	40	40	20	39	78	23	525	178	550	181,000	181,000	180,000
	GS-M731C	5.35	18.4	750	40	40	20	39	78	23	525	178	550	181,000	181,000	180,000
Sシリーズ	GS-S435C	4.80	20.0	1100	40	40	20	14	43	78	23	525	284	208,800	208,800	203,950
	GS-S437C	4.80	20.0	1100	40	40	20	14	43	78	23	525	284	208,800	208,800	203,950
	GS-S439C	4.80	20.0	1100	40	40	20	14	43	78	23	525	284	208,800	208,800	203,950
	GS-S441C	4.80	20.0	1100	40	40	20	14	43	78	23	525	284	208,800	208,800	203,950
	GS-S443C	4.80	20.0	1100	40	40	20	14	43	78	23	525	284	208,800	208,800	203,950
SXシリーズ	GS-SX732C	12.80	20.0	1800	40	40	20	14	43	78	23	525	658	160,331	160,331	167,177
	GS-SX734C	12.80	20.0	1800	40	40	20	14	43	78	23	525	658	160,331	160,331	167,177
	GS-SX736C	12.80	20.0	1800	40	40	20	14	43	78	23	525	658	160,331	160,331	167,177
	GS-SX738C	12.80	20.0	1800	40	40	20	14	43	78	23	525	658	160,331	160,331	167,177
	GS-SX740C	12.80	20.0	1800	40	40	20	14	43	78	23	525	658	160,331	160,331	167,177
EXシリーズ	GS-EX723C	6.75	14.3	650	40	40	15	10	72	78	23	525	193	117,000	108,000	114,475
	GS-EX725C	6.75	14.3	650	40	40	15	10	72	78	23	525	193	117,000	108,000	114,475
	GS-EX727C	6.75	14.3	650	40	40	15	10	72	78	23	525	193	117,000	108,000	114,475
	GS-EX729C	6.75	14.3	650	40	40	15	10	72	78	23	525	193	117,000	108,000	114,475
	GS-EX731C	6.75	14.3	650	40	40	15	10	72	78	23	525	193	117,000	108,000	114,475
Tシリーズ	GS-T435C	12.20	18.5	1500	40	40	20	11	40	78	23	525	332	250,000	250,000	237,974
	GS-T437C	12.20	18.5	1500	40	40	20	11	40	78	23	525	332	250,000	250,000	237,974
	GS-T439C	12.20	18.5	1500	40	40	20	11	40	78	23	525	332	250,000	250,000	237,974
	GS-T441C	12.20	18.5	1500	40	40	20	11	40	78	23	525	332	250,000	250,000	237,974
	GS-T443C	12.20	18.5	1500	40	40	20	11	40	78	23	525	332	250,000	250,000	237,974
Jシリーズ	GS-J435C	12.20	18.5	1500	40	40	20	11	40	78	23	525	332	250,000	250,000	237,974
	GS-J437C	12.20	18.5	1500	40	40	20	11	40	78	23	525	332	250,000	250,000	237,974
	GS-J439C	12.20	18.5	1500	40	40	20	11	40	78	23	525	332	250,000	250,000	237,974
	GS-J441C	12.20	18.5	1500	40	40	20	11	40	78	23	525	332	250,000	250,000	237,974
	GS-J443C	12.20	18.5	1500	40	40	20	11	40	78	23	525	332	250,000	250,000	237,974
Fシリーズ	GS-F435C	9.65	14.3	750	40	40	15	7	18	78	23	525	191	147,600	147,600	162,802
	GS-F437C	9.65	14.3	750	40	40	15	7	18	78	23	525	191	147,600	147,600	162,802
	GS-F439C	9.65	14.3	750	40	40	15	7	18	78	23	525	191	147,600	147,600	162,802
	GS-F441C	9.65	14.3	750	40	40	15	7	18	78	23	525	191	147,600	147,600	162,802
	GS-F443C	9.65	14.3	750	40	40	15	7	18	78	23	525	191	147,600	147,600	162,802
Uシリーズ	GS-U435C	7.1	20.0	1500	40	40	20	10	40	78	23	525	164	181,000	182,500	185,374
	GS-U437C	7.1	20.0	1500	40	40	20	10	40	78	23	525	164	181,000	182,500	185,374
	GS-U439C	7.1	20.0	1500	40	40	20	10	40	78	23	525	164	181,000	182,500	185,374
	GS-U441C	7.1	20.0	1500	40	40	20	10	40	78	23	525	164	181,000	182,500	185,374
	GS-U443C	7.1	20.0	1500	40	40	20	10	40	78	23	525	164	181,000	182,500	185,374
Rシリーズ	GS-R435C	12.80	20.0	1800	40	40	20	11	40	78	23	525	658	160,331	160,331	167,177
	GS-R437C	12.80	20.0	1800	40	40	20	11	40	78	23	525	658	160,331	160,331	167,177
	GS-R439C	12.80	20.0	1800	40	40	20	11	40	78	23	525	658	160,331	160,331	167,177
	GS-R441C	12.80	20.0	1800	40	40	20	11	40	78	23	525	658	160,331	160,331	167,177
	GS-R443C	12.80	20.0	1800	40	40	20	11	40	78	23	525	658	160,331	160,331	167,177



表 1.2.1.1 各メーカー毎のカタログ調査結果 (2013年度モデル)  
(4) ME 社 (b)

シリーズ	品番		始動電流 [A]	最大電流 [A]	仕組線出力 [W]	送風機出力 [W]	電源電圧 [V]	ブレーカー容量 [A]	質量 [kg]		室内機サイズ [mm]		室外機サイズ [mm]		配管パイプ管径 [mm]	消費電力 [W/h]		運転モード	省エネクラス	YD社	KOC社	YCS社	BC社	平均価格	価格.com販売
	室内	室外							内	外	高さ	幅	高さ	幅		年間消費電力量 [kWh]	省エネ率 (%)								
13W	MSZ-HV223	MSZ-HV223	4.68	15	600	30	50	15	15	23	799	312	295	800	285	550	3	6.35	9.52	128.100	138.200	148000		138.133	3
		MSZ-HV223	5.49	15	650	30	50	15	15	23	799	312	295	800	285	550	3	6.35	9.52	137.600	148.000	157000		147.995	2
		MSZ-HV223	3.70	15	750	40	50	15	15	35	799	312	295	800	285	550	3	6.35	9.52	137.600	157.000	175000		175.245	2
		MSZ-HV223	10.35	20	950	40	50	20	16	32	799	312	295	800	285	550	3	6.35	9.52	163.900	183.900	193900		179.845	2
		MSZ-HV223	4.40	13	950	40	50	15	16	35	799	312	295	800	285	550	3	6.35	9.52	163.900	183.900	193900		179.845	2
		MSZ-HV223	10.31	15	1400	40	50	20	16	34	799	312	295	800	285	550	3	6.35	9.52	163.900	183.900	193900		179.845	2
	MSZ-HV223	MSZ-HV223	11.30	20	1400	40	62	20	16	42	799	312	295	800	285	550	3	6.35	12.7	177.400	218.000	241.900		220.837	3
		MSZ-HV223	15.90	20	2000	40	62	20	16	42	799	312	295	800	285	550	3	6.35	12.7	217.400	273.000	293.000		272.830	3
		MSZ-HV223	16.15	20	2000	40	92	20	16	43	799	312	295	800	285	550	3	6.35	15.02	228.400	283.000	303.000		283.310	3
		MSZ-HV223	16.15	20	2000	40	92	20	16	43	799	312	295	800	285	550	3	6.35	15.02	228.400	283.000	303.000		283.310	3
		MSZ-HV223	6.16	15	650	20	50	15	13	29	798	288	288	800	285	550	3	6.35	9.52	147.700	167.800	187.900		187.900	2
		MSZ-HV223	7.67	15	750	30	50	15	13	29	798	288	288	800	285	550	3	6.35	9.52	147.700	167.800	187.900		187.900	2
13W	MSZ-HV223	MSZ-HV223	13.82	15	900	20	50	15	13	27	798	288	288	800	285	550	3	6.35	9.52	158.000	178.000	198.000		198.000	2
		MSZ-HV223	12.18	15	1000	20	50	15	14	34	798	288	288	800	285	550	3	6.35	9.52	158.000	178.000	198.000		198.000	2
		MSZ-HV223	6.45	20	600	20	50	20	13	32	798	288	288	800	285	550	3	6.35	9.52	142.000	162.000	182.000		182.000	2
		MSZ-HV223	6.45	20	600	20	50	20	13	32	798	288	288	800	285	550	3	6.35	9.52	142.000	162.000	182.000		182.000	2
		MSZ-HV223	12.63	15	750	40	50	15	13	35	798	288	288	800	285	550	3	6.35	9.52	154.900	174.900	194.900		194.900	2
		MSZ-HV223	6.05	20	950	40	80	20	13	40	798	288	288	800	285	550	3	6.35	12.7	178.000	208.000	228.000		228.000	2
	MSZ-HV223	MSZ-HV223	6.72	15	600	20	72	15	12	24	798	288	295	800	285	550	3	6.35	9.52	194.500	224.500	244.500		244.500	3
		MSZ-HV223	7.07	15	650	20	72	15	13	24	798	288	295	800	285	550	3	6.35	9.52	221.600	251.600	271.600		271.600	3
		MSZ-HV223	14.20	15	800	20	50	15	13	27	798	288	295	800	285	550	3	6.35	9.52	168.000	188.000	208.000		208.000	2
		MSZ-HV223	9.76	15	1000	40	50	15	13	30	798	288	295	800	285	550	3	6.35	9.52	168.000	188.000	208.000		208.000	2
		MSZ-HV223	12.44	15	1000	40	50	15	13	34	798	288	295	800	285	550	3	6.35	9.52	168.000	188.000	208.000		208.000	2
		MSZ-HV223	8.21	15	600	20	72	15	9	24	798	288	295	800	285	550	3	6.35	9.52	168.000	188.000	208.000		208.000	2
13W	MSZ-HV223	9.19	15	750	20	72	15	10	24	798	288	295	800	285	550	3	6.35	9.52	241.600	271.600	291.600		291.600	2	
	MSZ-HV223	14.69	15	950	20	50	15	10	27	798	288	295	800	285	550	3	6.35	9.52	241.600	271.600	291.600		291.600	2	
	MSZ-HV223	12.65	15	1100	40	50	15	11	34	798	288	295	800	285	550	3	6.35	9.52	241.600	271.600	291.600		291.600	2	
	MSZ-HV223	7.71	15	600	20	72	15	8	24	798	288	290	800	285	550	3	6.35	9.52	241.600	271.600	291.600		291.600	2	
	MSZ-HV223	8.21	15	650	20	72	15	8	24	798	288	290	800	285	550	3	6.35	9.52	241.600	271.600	291.600		291.600	2	
	MSZ-HV223	14.69	15	950	20	50	15	9	27	798	288	290	800	285	550	3	6.35	9.52	241.600	271.600	291.600		291.600	2	
13W	MSZ-HV223	8.82	15	1000	40	50	15	9	29	799	292	290	800	285	550	3	6.35	9.52	432.100	462.100	492.100		492.100	3	
	MSZ-HV223	12.45	15	1000	40	50	15	10	34	799	292	290	800	285	550	3	6.35	9.52	432.100	462.100	492.100		492.100	3	
	MSZ-HV223	3.81	10	750	40	50	15	16	35	799	312	295	800	285	550	3	6.35	9.52	241.600	271.600	291.600		291.600	2	
	MSZ-HV223	3.81	10	750	40	50	15	16	35	799	312	295	800	285	550	3	6.35	9.52	241.600	271.600	291.600		291.600	2	
	MSZ-HV223	7.70	20	1000	40	62	20	16	44	799	312	295	800	285	550	3	6.35	9.52	384.100	414.100	444.100		444.100	3	
	MSZ-HV223	10.70	20	1000	40	62	20	16	44	799	312	295	800	285	550	3	6.35	9.52	384.100	414.100	444.100		444.100	3	
13D	MSZ-HV223	10.70	20	1000	40	62	20	16	44	799	312	295	800	285	550	3	6.35	9.52	408.000	438.000	468.000		468.000	3	
	MSZ-HV223	11.77	20	1122	53	75	20	15	44	799	312	295	800	285	550	3	6.35	9.52	408.000	438.000	468.000		468.000	3	
	MSZ-HV223	11.77	20	1122	53	75	20	15	44	799	312	295	800	285	550	3	6.35	9.52	408.000	438.000	468.000		468.000	3	
	MSZ-HV223	11.77	20	1122	53	75	20	15	44	799	312	295	800	285	550	3	6.35	9.52	408.000	438.000	468.000		468.000	3	
	MSZ-HV223	11.77	20	1122	53	75	20	15	44	799	312	295	800	285	550	3	6.35	9.52	408.000	438.000	468.000		468.000	3	
	MSZ-HV223	11.77	20	1122	53	75	20	15	44	799	312	295	800	285	550	3	6.35	9.52	408.000	438.000	468.000		468.000	3	

表 1.2.1.1 各メーカー毎のカタログ調査結果 (2013 年度モデル)  
(5) MH 社 (a)

シリーズ	品番	始動電流 [A]		定格電流 [A]		連続電流出力 [W]		連続電流出力 [W]	過電圧保護状態	ブレーカー容量 [A]	質量 [kg]	室内機サイズ [mm]		室外機サイズ [mm]		接続電線	稼働時間 [h]		年間必要稼働時間 [h]	省エネルギー等級	
		室内	室外	室内	室外	室内	室外					室内	室外	合計	稼働時間						
SPシリーズ	SRK27SP	4.9	15	6.00	42.34	15	14.4	43.0	788	233	284	800	240	240	3.2	4.0	64	4.038	6.032	A	
	SRK25SP	5.7	15	7.50	47.34	15	14.4	43.0	788	233	284	800	240	240	3.2	4.0	57.6	5.010	6.498	A	
	SRK23SP	6.5	15	9.00	52.34	15	14.4	43.0	788	233	284	800	240	240	3.2	4.0	54.0	5.114	6.501	A	
	SRK21SP	7.3	15	10.50	57.34	15	14.4	43.0	788	233	284	800	240	240	3.2	4.0	51.0	5.218	6.604	A	
	SRK19SP	8.1	15	12.00	62.34	15	14.4	43.0	788	233	284	800	240	240	3.2	4.0	48.0	5.322	6.707	A	
RPシリーズ	SRK45RP	5.7	15.0	6.00	36.24	15	11.8	35.0	788	255	294	780	240	240	3.2	4.0	57.6	4.603	5.8	A	
	SRK43RP	6.5	15.0	7.50	41.24	15	11.8	35.0	788	255	294	780	240	240	3.2	4.0	54.0	4.707	5.9	A	
	SRK41RP	7.3	15.0	9.00	46.24	15	11.8	35.0	788	255	294	780	240	240	3.2	4.0	51.0	4.811	6.0	A	
	SRK39RP	8.1	15.0	10.50	51.24	15	11.8	35.0	788	255	294	780	240	240	3.2	4.0	48.0	4.915	6.1	A	
	SRK37RP	8.9	15.0	12.00	56.24	15	11.8	35.0	788	255	294	780	240	240	3.2	4.0	45.0	5.019	6.2	A	
TPシリーズ	SRK40TP	6.3	15.0	1.100	31.24	15	12.8	37.0	788	255	294	780	240	240	3.2	4.0	63.0	1.415	7.414	5.1	C
	SRK38TP	7.1	15.0	1.350	36.24	15	12.8	37.0	788	255	294	780	240	240	3.2	4.0	60.0	1.519	7.518	5.1	C
	SRK36TP	7.9	15.0	1.600	41.24	15	12.8	37.0	788	255	294	780	240	240	3.2	4.0	57.0	1.623	7.622	5.1	C
	SRK34TP	8.7	15.0	1.850	46.24	15	12.8	37.0	788	255	294	780	240	240	3.2	4.0	54.0	1.727	7.726	5.1	C
	SRK32TP	9.5	15.0	2.100	51.24	15	12.8	37.0	788	255	294	780	240	240	3.2	4.0	51.0	1.831	7.830	5.1	C
RNシリーズ	SRK46RN	6.9	15.0	1.100	31.34	15	12.4	46.0	800	292	339	800	240	240	3.2	4.0	69.0	1.451	7.414	5.7	C
	SRK44RN	7.7	15.0	1.350	36.34	15	12.4	46.0	800	292	339	800	240	240	3.2	4.0	66.0	1.555	7.518	5.7	C
	SRK42RN	8.5	15.0	1.600	41.34	15	12.4	46.0	800	292	339	800	240	240	3.2	4.0	63.0	1.659	7.622	5.7	C
	SRK40RN	9.3	15.0	1.850	46.34	15	12.4	46.0	800	292	339	800	240	240	3.2	4.0	60.0	1.763	7.726	5.7	C
	SRK38RN	10.1	15.0	2.100	51.34	15	12.4	46.0	800	292	339	800	240	240	3.2	4.0	57.0	1.867	7.830	5.7	C
TNシリーズ	SRK47TN	5.0	15.0	7.50	31.24	15	10.8	33.0	788	229	284	780	240	240	3.5	4.5	75.0	1.451	7.414	5.1	C
	SRK45TN	5.8	15.0	9.00	36.24	15	10.8	33.0	788	229	284	780	240	240	3.5	4.5	72.0	1.555	7.518	5.1	C
	SRK43TN	6.6	15.0	1.100	41.24	15	10.8	33.0	788	229	284	780	240	240	3.5	4.5	69.0	1.659	7.622	5.1	C
	SRK41TN	7.4	15.0	1.350	46.24	15	10.8	33.0	788	229	284	780	240	240	3.5	4.5	66.0	1.763	7.726	5.1	C
	SRK39TN	8.2	15.0	1.600	51.24	15	10.8	33.0	788	229	284	780	240	240	3.5	4.5	63.0	1.867	7.830	5.1	C
外置型使用	SRK48TP	6.3	15.0	1.100	31.24	15	10.8	33.0	788	229	284	645	275	540	3.2	4.5	63.0	1.451	7.414	5.8	A
	SRK46TP	7.1	15.0	1.350	36.24	15	10.8	33.0	788	229	284	645	275	540	3.2	4.5	60.0	1.555	7.518	5.8	A
	SRK44TP	7.9	15.0	1.600	41.24	15	10.8	33.0	788	229	284	645	275	540	3.2	4.5	57.0	1.659	7.622	5.8	A
	SRK42TP	8.7	15.0	1.850	46.24	15	10.8	33.0	788	229	284	645	275	540	3.2	4.5	54.0	1.763	7.726	5.8	A
	SRK40TP	9.5	15.0	2.100	51.24	15	10.8	33.0	788	229	284	645	275	540	3.2	4.5	51.0	1.867	7.830	5.8	A

(調査日:2013.10.2) MH

表 1.2.1.1 各メーカー毎のカタログ調査結果 (2013年度モデル)  
(6) MH社 (b)

シリーズ	品番	始動電圧 [V]	最大電流 [A]	圧縮機出力 [W]	電源プラグ形状	ブレーカー容量 [A]	距離 [m]	室内機サイズ [mm]		室外機サイズ [mm]	接続電線	配管パイプ径 [mm]	消費電力量 [Wh]		年間必要冷房能力 [Wh]	標準工率 [kWh/100h]	AFC [%]	YD社	KD社	YD社	BC社	平均価格	価格.com最安値	
								幅	高さ				外時間	合計										
SPシリーズ	SRG22SP	4.9	15	800	42	34	15	14.5	43.0	793	294	800	200	6.40	6.40	6.35	9.52	147	501	6.49	4,409	6,902	178,000	178,000
	SRG23SP	5.7	15	750	42	34	15	14.5	43.0	793	294	800	200	6.60	6.60	6.55	9.52	172	576	7.48	5,019	6,898	188,000	188,000
	SRG24SP	6.3	20	750	42	34	20	14.5	47.0	793	294	800	200	6.60	6.60	6.55	9.52	189	639	8.71	5,411	6,704	193,000	193,000
	SRG25SP	6.8	15	1,000	42	34	15	14.5	47.0	793	294	800	200	6.60	6.60	6.55	9.52	311	1,003	1,314	8,015	6,181	228,000	228,000
	SRG26SP	10.9	15	1,500	42	34	15	14.5	47.0	793	294	800	200	6.60	6.60	6.55	9.52	518	1,599	2,117	11,222	8,301	248,000	248,000
RPシリーズ	SRG27RP	5.2	15.0	800	36	24	15	11.5	33.0	768	255	784	200	5.00	5.00	4.95	9.52	189	571	7.60	4,408	6,800	79,800	79,800
	SRG28RP	5.7	15.0	800	36	24	15	11.5	33.0	768	255	784	200	5.00	5.00	4.95	9.52	189	571	7.60	4,408	6,800	79,800	79,800
	SRG29RP	6.3	15.0	1,000	36	24	15	12.5	32.0	768	255	784	200	5.00	5.00	4.95	9.52	244	723	9.67	5,611	5.8	99,800	99,800
	SRG30RP	13.6	20.0	800	36	24	20	12.5	32.0	768	255	784	200	5.00	5.00	4.95	9.52	339	1,076	1,415	7,214	5.1	118,000	118,000
	SRG31RP	8.8	15.0	1,100	36	24	15	12.5	37.0	768	255	784	200	5.00	5.00	4.95	9.52	409	1,163	1,572	8,015	5.1	128,000	128,000
TPシリーズ	SRG32TP	5.0	15.0	750	36	24	15	10.5	32.0	768	229	784	200	5.00	5.00	4.95	9.52	244	671	835	5,019	6.0	69,800	69,800
	SRG33TP	5.7	15.0	750	36	24	15	10.5	32.0	768	229	784	200	5.00	5.00	4.95	9.52	244	671	835	5,019	6.0	69,800	69,800
	SRG34TP	6.3	15.0	1,000	36	24	15	10.5	32.0	768	229	784	200	5.00	5.00	4.95	9.52	409	1,163	1,572	8,015	5.1	118,000	118,000
	SRG35TP	6.8	15.0	1,000	36	24	15	10.5	32.0	768	229	784	200	5.00	5.00	4.95	9.52	409	1,163	1,572	8,015	5.1	118,000	118,000
	SRG36TP	9.7	15.0	1,500	36	24	20	12.5	45.0	768	255	784	200	6.00	6.00	5.95	9.52	313	953	1,266	7,214	5.1	148,000	148,000
FSWシリーズ	SRG37FSW	5.0	15.0	800	36	24	15	12.5	45.0	768	255	784	200	6.00	6.00	5.95	9.52	359	1,072	1,431	8,015	5.6	168,000	168,000
	SRG38FSW	5.7	15.0	800	36	24	15	12.5	45.0	768	255	784	200	6.00	6.00	5.95	9.52	359	1,072	1,431	8,015	5.6	168,000	168,000
	SRG39FSW	6.3	15.0	1,000	36	24	15	12.5	45.0	768	255	784	200	6.00	6.00	5.95	9.52	409	1,163	1,572	8,015	5.6	168,000	168,000
	SRG40FSW	6.8	15.0	1,000	36	24	15	12.5	45.0	768	255	784	200	6.00	6.00	5.95	9.52	409	1,163	1,572	8,015	5.6	168,000	168,000
	SRG41FSW	9.7	15.0	1,500	36	24	20	12.5	45.0	768	255	784	200	6.00	6.00	5.95	9.52	409	1,163	1,572	8,015	5.6	168,000	168,000
PWシリーズ	SRG42PW	5.0	15.0	750	36	24	15	17.5	32.0	768	255	784	200	5.00	5.00	4.95	9.52	208	627	835	5,019	6.0	89,800	89,800
	SRG43PW	5.7	15.0	750	36	24	15	17.5	32.0	768	255	784	200	5.00	5.00	4.95	9.52	208	627	835	5,019	6.0	89,800	89,800
	SRG44PW	6.3	15.0	1,000	36	24	15	17.5	32.0	768	255	784	200	5.00	5.00	4.95	9.52	208	627	835	5,019	6.0	89,800	89,800
	SRG45PW	6.8	15.0	1,000	36	24	15	17.5	32.0	768	255	784	200	5.00	5.00	4.95	9.52	208	627	835	5,019	6.0	89,800	89,800
	SRG46PW	9.7	15.0	1,500	36	24	20	17.5	32.0	768	255	784	200	5.00	5.00	4.95	9.52	208	627	835	5,019	6.0	89,800	89,800
NWシリーズ	SRG47NW	5.0	15.0	800	36	24	20	17.5	32.0	768	255	784	200	5.00	5.00	4.95	9.52	339	1,076	1,415	7,214	5.1	118,000	118,000
	SRG48NW	5.7	15.0	800	36	24	20	17.5	32.0	768	255	784	200	5.00	5.00	4.95	9.52	339	1,076	1,415	7,214	5.1	118,000	118,000
	SRG49NW	6.3	15.0	1,000	36	24	20	17.5	32.0	768	255	784	200	5.00	5.00	4.95	9.52	409	1,163	1,572	8,015	5.1	128,000	128,000
	SRG50NW	6.8	15.0	1,000	36	24	20	17.5	32.0	768	255	784	200	5.00	5.00	4.95	9.52	409	1,163	1,572	8,015	5.1	128,000	128,000
	SRG51NW	9.7	15.0	1,500	36	24	24	17.5	32.0	768	255	784	200	5.00	5.00	4.95	9.52	409	1,163	1,572	8,015	5.1	128,000	128,000
材料費使用	SRG52TP	5.0	15.0	750	36	24	15	10.5	37.0	768	229	784	200	5.00	5.00	4.95	9.52	249	711	869	5,408	6.8	71,000	71,000
	SRG53TP	5.7	15.0	750	36	24	15	10.5	37.0	768	229	784	200	5.00	5.00	4.95	9.52	249	711	869	5,408	6.8	71,000	71,000

(型番2102)12HW



表 1.2.1.1 各メーカー毎のカタログ調査結果 (2013年度モデル)  
(8) H社 (b)

シリーズ	品番		始動電流 [A]	最大圧縮機出力 [W]	送風機出力 [W]	電源ケーブル規格	ブレーカー容量 [A]	質量 [kg]	室内機サイズ [mm]		室外機サイズ [mm]		接続電線規格 [心]	配管パイプ口径 [mm]	外房前断面合計	圧縮機前断面合計	圧縮機容量 [kW]		運転モード別電圧 [V]	運転モード別電流 [A]	平均価格	価格.com最安値	
	型番	系列							幅	高さ	幅	高さ					幅	高さ					合計
S	RAS-S22C	RAC-S22C	5	800	25	15	13.5	325	178	293	29.5	75.0	288	57.0	489	648	4.403	6.802	A	128,128	148,000	141,382	4
	RAS-S23C	RAC-S23C	5.5	800	25	15	13.5	35.5	178	293	29.5	75.0	288	57.0	489	648	4.403	6.802	A	147,900	168,000	164,253	4
X	RAS-M25C	RAC-M25C	6.7	1,000	25	20	15.0	42.5	178	293	29.5	75.0	288	57.0	592	837	1.162	8.015	B	144,128	178,000	165,282	4
	RAS-M26C	RAC-M26C	7.0	1,000	25	20	15.0	42.5	178	293	29.5	75.0	288	57.0	592	837	1.162	8.015	B	152,128	188,000	186,643	3
M	RAS-S34C	RAC-S34C	11.3	2,000	25	35	15.0	42.5	178	293	29.5	75.0	288	57.0	692	937	1.613	2.215	F	159,378	238,000	222,288	3
	RAS-S35C	RAC-S35C	11.3	2,000	25	35	15.0	42.5	178	293	29.5	75.0	288	57.0	692	937	1.613	2.215	F	159,378	238,000	222,288	3
AS	RAS-M36C	RAC-M36C	10.7	2,000	25	40	15.0	42.5	178	293	29.5	75.0	288	57.0	592	837	1.162	8.015	B	244,800	277,000	238,407	3
	RAS-M37C	RAC-M37C	11.3	2,000	25	40	15.0	42.5	178	293	29.5	75.0	288	57.0	592	837	1.162	8.015	B	297,710	317,000	304,423	3
SD	RAS-S40C	RAC-S40C	15.3	3,000	25	50	11.0	37.0	178	293	29.5	75.0	288	57.0	422	567	2.444	3.522	F	334,600	377,000	344,723	3
	RAS-S41C	RAC-S41C	15.3	3,000	25	50	11.0	37.0	178	293	29.5	75.0	288	57.0	422	567	2.444	3.522	F	334,600	377,000	344,723	3
SK	RAS-S42C	RAC-S42C	15.3	3,000	25	50	11.0	37.0	178	293	29.5	75.0	288	57.0	422	567	2.444	3.522	F	89,200	109,200	107,485	2
	RAS-S43C	RAC-S43C	15.3	3,000	25	50	11.0	37.0	178	293	29.5	75.0	288	57.0	422	567	2.444	3.522	F	119,800	139,800	117,650	2
D	RAS-S44C	RAC-S44C	12.3	2,000	30	40	8.5	29.0	178	210	28.0	65.8	225	15.0	443	664	5.010	5.8	A	174,800	182,000	185,671	3
	RAS-S45C	RAC-S45C	12.3	2,000	30	40	8.5	29.0	178	210	28.0	65.8	225	15.0	443	664	5.010	5.8	A	180,000	188,000	186,643	3
D	RAS-S46C	RAC-S46C	12.3	2,000	30	40	8.5	29.0	178	210	28.0	65.8	225	15.0	443	664	5.010	5.8	A	217,800	226,000	228,855	2
	RAS-S47C	RAC-S47C	12.3	2,000	30	40	8.5	29.0	178	210	28.0	65.8	225	15.0	443	664	5.010	5.8	A	81,000	99,800	73,102	3
D	RAS-S48C	RAC-S48C	12.3	2,000	30	40	8.5	29.0	178	210	28.0	65.8	225	15.0	443	664	5.010	5.8	A	92,000	83,800	83,102	3
	RAS-S49C	RAC-S49C	12.3	2,000	30	40	8.5	29.0	178	210	28.0	65.8	225	15.0	443	664	5.010	5.8	A	113,490	106,400	108,430	3
D	RAS-S50C	RAC-S50C	12.3	2,000	30	40	8.5	29.0	178	210	28.0	65.8	225	15.0	443	664	5.010	5.8	A	289,000	328,000	293,000	1
	RAS-S51C	RAC-S51C	12.3	2,000	30	40	8.5	29.0	178	210	28.0	65.8	225	15.0	443	664	5.010	5.8	A	328,000	367,000	328,000	0
D	RAS-S52C	RAC-S52C	12.3	2,000	30	40	8.5	29.0	178	210	28.0	65.8	225	15.0	443	664	5.010	5.8	A	1,184	1,603	8,015	1
	RAS-S53C	RAC-S53C	12.3	2,000	30	40	8.5	29.0	178	210	28.0	65.8	225	15.0	443	664	5.010	5.8	A	2,228	10,019	4.5	0



第 1 編 市販の家庭用エアコンを対象としたカタログスタディ

表 1.2.1.1 各メーカー毎のカタログ調査結果 (2013 年度モデル)  
(10) T社 (b)

Table with columns for Series, Product Type, Performance (Capacity, Power, Voltage), Dimensions (Indoor/Outdoor), Features (Pilot Light, Filter, etc.), and Pricing (Model, Average, Market). Rows include models like RAS-21LEA, RAS-21LEA, RAS-21LEA, etc.

表 1.2.1.1 各メーカー毎のカタログ調査結果 (2013 年度モデル) (11) D社 (a)

メーカー	品名	電源	変数の目数(個)				室面積の目安(㎡)				冷暖房能力(冷暖)				電気特性				騒音特性																																																	
			木造		RC造		木造		RC造		冷房能力(個)		暖房能力(個)		運転電流		起動電流		音圧		音速																																															
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2																																														
シャリース	SHARP R325AS	電圧	100	7	10	13	16	19	22	26	30	34	38	42	46	50	54	58	62	66	70	74	78	82	86	90	94	98	102	106	110	114	118	122	126	130	134	138	142	146	150	154	158	162	166	170	174	178	182	186	190	194	198	202	206	210	214	218	222	226	230	234	238	242	246	250		
	SHARP R325AS	電圧	100	7	10	13	16	19	22	26	30	34	38	42	46	50	54	58	62	66	70	74	78	82	86	90	94	98	102	106	110	114	118	122	126	130	134	138	142	146	150	154	158	162	166	170	174	178	182	186	190	194	198	202	206	210	214	218	222	226	230	234	238	242	246	250		
	シャリース	SHARP R325AS	電圧	100	7	10	13	16	19	22	26	30	34	38	42	46	50	54	58	62	66	70	74	78	82	86	90	94	98	102	106	110	114	118	122	126	130	134	138	142	146	150	154	158	162	166	170	174	178	182	186	190	194	198	202	206	210	214	218	222	226	230	234	238	242	246	250	
		SHARP R325AS	電圧	100	7	10	13	16	19	22	26	30	34	38	42	46	50	54	58	62	66	70	74	78	82	86	90	94	98	102	106	110	114	118	122	126	130	134	138	142	146	150	154	158	162	166	170	174	178	182	186	190	194	198	202	206	210	214	218	222	226	230	234	238	242	246	250	
		シャリース	SHARP R325AS	電圧	100	7	10	13	16	19	22	26	30	34	38	42	46	50	54	58	62	66	70	74	78	82	86	90	94	98	102	106	110	114	118	122	126	130	134	138	142	146	150	154	158	162	166	170	174	178	182	186	190	194	198	202	206	210	214	218	222	226	230	234	238	242	246	250
			SHARP R325AS	電圧	100	7	10	13	16	19	22	26	30	34	38	42	46	50	54	58	62	66	70	74	78	82	86	90	94	98	102	106	110	114	118	122	126	130	134	138	142	146	150	154	158	162	166	170	174	178	182	186	190	194	198	202	206	210	214	218	222	226	230	234	238	242	246	250











表 1.2.1.1 各メーカー毎のカタログ調査結果 (2013年度モデル)  
(17) C社 (a)

シリーズ	品番	電源 相	異数の目安(個)				異数の目安(%)				電圧の目安(V)				電圧の目安(V)				電圧の目安(V)				電圧の目安(V)				電圧の目安(V)																		
			水遣		R2		水遣		R2		水遣		R2		水遣		R2		水遣		R2		水遣		R2		水遣		R2		水遣		R2		水遣		R2		水遣		R2				
			水遣	R2	水遣	R2	水遣	R2	水遣	R2	水遣	R2	水遣	R2	水遣	R2	水遣	R2	水遣	R2	水遣	R2	水遣	R2	水遣	R2	水遣	R2	水遣	R2	水遣	R2	水遣	R2	水遣	R2	水遣	R2							
W	CSH-W213	100	6	9	7	10	9	15	11	2.2	0.8	3.1	71%	5.86	5.10	155	340	88	47	46	4.52	4.31	3.63	2.2	2.5	0.8	3.1	50%	5.91	5.20	160	1,485	90	47	46	5.00	4.81	4.11	3.38	3.8	3.8	1,310	2.74		
	CSH-W212	100	6	9	7	10	9	15	11	2.2	0.8	3.1	71%	5.86	5.10	155	340	88	47	46	4.52	4.31	3.63	2.2	2.5	0.8	3.1	50%	5.91	5.20	160	1,485	90	47	46	5.00	4.81	4.11	3.38	3.8	3.8	1,310	2.74		
	CSH-W213	100	7	6	10	8	11	10	17	13	2.5	0.8	3.1	76%	6.72	6.05	165	390	90	48	47	4.85	4.13	3.71	2.3	2.8	0.8	3.2	54%	6.72	6.05	160	1,485	90	47	47	5.00	4.63	3.50	4.1	4.28	2.89	4.1	4.28	2.89
	CSH-W213	100	8	8	12	10	13	19	16	2.8	0.7	3.2	89%	7.53	7.15	155	390	95	49	47	4.52	3.82	3.54	3.6	3.6	0.7	3.2	55%	8.42	8.00	150	1,890	95	49	48	4.67	4.50	3.33	5.2	4.99	2.74	5.2	4.99	2.74	
	CSH-W213	100	8	8	12	10	13	19	16	2.8	0.7	3.2	89%	7.53	7.15	155	390	95	49	47	4.52	3.82	3.54	3.6	3.6	0.7	3.2	55%	8.42	8.00	150	1,890	95	49	48	4.67	4.50	3.33	5.2	4.99	2.74	5.2	4.99	2.74	
	CSH-W212	100	8	8	12	10	13	19	16	2.8	0.7	3.2	89%	7.53	7.15	155	390	95	49	47	4.52	3.82	3.54	3.6	3.6	0.7	3.2	55%	8.42	8.00	150	1,890	95	49	48	4.67	4.50	3.33	5.2	4.99	2.74	5.2	4.99	2.74	
	CSH-W213	100	11	11	17	14	18	26	23	4.0	0.7	4.3	93%	7.44	1,340	155	1,470	90	47	49	4.52	2.89	2.93	5.0	5.0	0.7	3.7	45%	7.92	1,423	150	2,360	90	49	49	4.67	3.51	3.41	5.6	2,000	2.80	5.6	2,000	2.80	
	CSH-W213	100	6	6	9	7	10	9	15	11	2.2	0.8	3.0	79%	6.41	545	165	310	85	47	46	4.85	4.84	3.70	2.3	2.5	0.8	3.0	64%	6.24	530	160	1,025	85	47	46	5.00	4.72	3.80	2.8	3.05	3.09	2.8	3.05	3.09
	CSH-W212	100	6	6	9	7	10	9	15	11	2.2	0.8	3.0	79%	6.24	530	160	310	85	47	46	4.85	4.15	3.70	2.3	2.5	0.8	3.0	64%	6.24	530	160	1,025	85	47	46	5.00	4.81	3.92	2.8	3.05	3.18	2.8	3.05	3.18
	CSH-W212	100	7	6	10	8	11	10	17	13	2.5	0.8	3.2	78%	6.72	6.05	165	340	90	47	47	4.85	4.13	3.81	2.3	2.8	0.8	3.2	61%	6.72	6.05	160	1,355	90	47	47	5.00	4.63	3.47	3.3	1,170	2.82	3.3	1,170	2.82
	CSH-W213	100	8	8	12	10	13	19	16	2.8	0.8	3.4	85%	7.84	715	165	340	90	48	47	4.85	3.82	3.62	3.6	3.6	0.8	3.4	72%	8.89	800	160	1,355	90	49	48	5.00	4.50	3.75	3.6	1,180	3.05	3.6	1,180	3.05	
	CSH-W212	100	8	8	12	10	13	19	16	2.8	0.8	3.4	85%	7.84	715	165	340	90	48	47	4.85	3.82	3.62	3.6	3.6	0.8	3.4	72%	8.89	800	160	1,355	90	49	48	5.00	4.50	3.75	3.6	1,180	3.05	3.6	1,180	3.05	
CSH-W212	100	11	11	17	14	18	26	23	4.0	0.7	4.2	85%	14.11	1,340	155	1,430	85	49	48	4.52	2.89	2.84	5.0	5.0	0.7	4.2	86%	15.00	1,423	150	1,860	85	49	48	4.67	3.51	3.33	5.1	1,880	2.74	5.1	1,880	2.74		

表 1.2.1.1 各メーカー毎のカタログ調査結果 (2013年度モデル)  
(18) C社 (b)

シリーズ	品番		冷房時最大電流(A)	冷房時最大電力(W)	送風機出力(W)	送風機出力(風量)	電源プラグの種類	ブレーキケーブルの長さ(mm)	室内機サイズ [mm]		室外機サイズ [mm]		接続配管径(φ)	配管ハイブ管径(φ)	冷房時間合計(h)	送風機時間合計(h)	運転モード	省エネレベル	市場価格(円)	YD社	KO社	YG社	BC社	平均価格	価格.com順位		
	室内機	室外機							高さ	幅	高さ	幅														高さ	幅
W	CSH-W213	CSH-W213	5.91	9.7	14.5	750	31.37	15	8.5	31.0	785	247	290	780	271	533	3	6.351	9.52	897000	-	897000	-	897000	-	897000	2
	CSH-W212	CSH-W212	5.81	9.7	14.5	750	31.37	15	8.5	31.0	785	247	290	780	271	533	3	6.351	9.52	-	-	-	-	-	-	-	0
	CSH-W213	CSH-W213	6.72	10.2	16.0	750	31.37	15	8.5	31.0	785	247	290	780	271	533	3	6.351	9.52	1047000	-	1047000	-	1047000	-	1047000	2
	CSH-W231	CSH-W231	8.42	10.7	20.0	750	31.37	20	10.0	35.0	785	247	290	780	271	533	3	6.351	9.52	1110000	-	1110000	-	1110000	-	1110000	1
	CSH-W413Z	CSH-W413Z	7.42	8.5	13.4	100	40.37	15	10.0	35.0	785	247	290	780	271	533	3	6.351	9.52	-	-	-	-	-	-	-	0
	CSH-W212	CSH-W212	6.27	8.5	13.4	100	40.37	15	10.0	35.0	785	247	290	780	271	533	3	6.351	9.52	440	-	440	-	440	-	440	1
	CSH-W212	CSH-W212	6.24	9.9	11.7	750	31.37	15	8.5	27.0	785	251	290	690	250	355	3	6.351	9.52	210	-	210	-	210	-	210	0
	CSH-W213	CSH-W213	6.72	9.7	13.7	750	31.37	15	8.5	33.0	785	251	290	780	271	533	3	6.351	9.52	228	-	228	-	228	-	228	0
	CSH-W213	CSH-W213	6.76	10.2	14.7	750	31.37	15	10.0	35.0	785	251	290	780	271	533	3	6.351	9.52	248	-	248	-	248	-	248	0
	CSH-W413	CSH-W413	8.89	10.2	14.7	750	31.37	20	10.0	34.0	785	251	290	780	271	533	3	6.351	9.52	268	-	268	-	268	-	268	0
N	CSH-N413	CSH-N413	15.00	14.7	20.0	750	31.37	20	10.0	35.0	785	251	290	780	271	533	3	6.351	9.52	440	-	440	-	440	-	440	0
	CSH-N412	CSH-N412	15.00	14.7	20.0	750	31.37	20	10.0	35.0	785	251	290	780	271	533	3	6.351	9.52	440	-	440	-	440	-	440	0

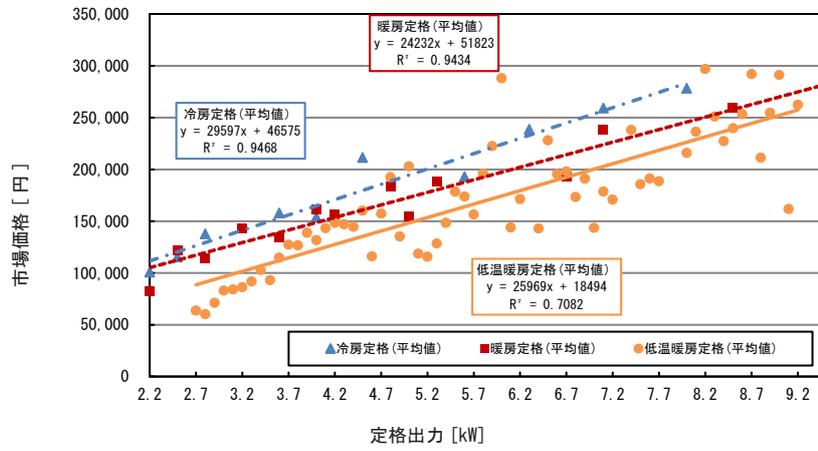


図 1.2.1.1 定格出力と平均市場価格の関係 (2013 年度モデル)

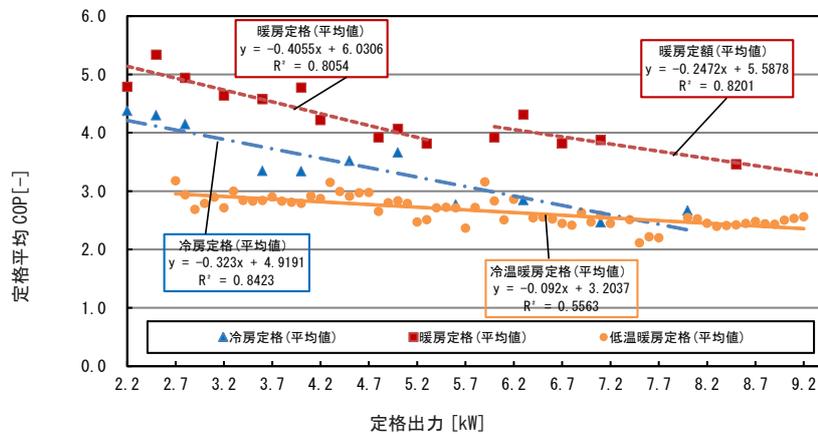


図 1.2.1.2 定格出力と平均定格 COP の関係 (2013 年度モデル)

### 1.2.2 2015年度カタログスタディの調査結果

表 1.2.2.1 に各メーカー毎のカタログ調査結果（2015年度）を示す。どの機種でも 2013 と同様の傾向が見られる。暖冷房共に定格出力の上昇に伴い平均定格 COP は低下し、市場価格は上昇する。

図 1.2.2.1 に定格暖房能力と台数の関係（2015年度モデル）を示す。暖房定格出力 3.6kW と 5kW の機種が最も多い。定格暖房出力 5kW 以下の機種の台数は 5kW 以上の機種より約 2.8 倍多い。

図 1.2.2.2 に定格出力と市場価格の関係（2015年度モデル）を示す。暖冷房共に定格出力と平均市場価格の関係はほぼ比例しており、定格出力が約 2 倍上昇すると平均市場価格は約 1.6 倍に上昇する。

図 1.2.2.3 に定格出力と平均定格 COP の関係（2015年度モデル）を示す。暖冷房共に定格出力の上昇に伴い平均定格 COP は低下する傾向がある。定格出力が約 2 倍上昇すると平均定格 COP は 1.2 程度低下する。

暖冷房負荷の大きい部屋では、出力の大きなエアコンを一台設置する場合と比較して、効率が良い定格出力の小さい機種を複数台設置し、台数制御を行う方が省エネルギーとなる可能性がある。

表 1.2.2.1 各メーカー毎のカタログ調査結果 (2015年度モデル)  
(1) P社 (a)

シリーズ	品番		電源		電圧の目安 [V]		室温の目安 [°C]		電気特性		暖房能力 [kW]		暖房能力 [kW]		消費電力 [W]		COP				
	室内	室外	電圧	相	木造	RC造	木造	RC造	運転能力 [kW]	運転能力 [kW]	定額	最大	最小	最大	定額	最大	最小	定額	最大		
Xシリーズ	CS-X255C	CU-X255C	100	1	6	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
			100	1	15	11	12	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	
			100	8	12	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
			100	8	12	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
			100	8	12	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
			100	8	12	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
	CS-X355C	CU-X355C	100	6	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	
			100	6	12	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	
			100	6	12	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
			100	6	12	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
			100	6	12	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
			100	6	12	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11









表 1.2.2.1 各メーカー毎のカタログ調査結果 (2015年度モデル)  
(6) MH社 (b)

シリーズ	品番	始動電流 [A]	基本圧縮機出力 [W]	送風機出力 [W]	電源プラグ形状	ブレーカー容量	質量 [kg]	室内機サイズ [mm]		室外機サイズ [mm]		接続電線 [芯]	配管パイプ径 [mm]	消費電力量 [kWh]		年間必要冷媒量 [kg]	運転エネルギー [kWh/100h]	市販価格 (WEB調査: 2013.5.25-2013.7.12)		価格.com最安値			
								内	外	内	外			冷房時期間	暖房時期間			YD社	KD社		YC社	BC社	平均価格
SSシリーズ	SRK2Z55	4.70	600 42 34	600 42 34	内	15	14.5 41	798 293	294 800	290 640	6.35 9.52	166	446	612	4161	6.8	A	6.8	648	124,920	115,149	119,755	83,200
	SRK2Z55	5.70	750 42 34	750 42 34	内	15	14.5 41	798 293	294 800	290 640	6.35 9.52	193	513	706	4729	6.7	A	6.7	837	124,920	124,926	129,823	83,300
	SRK4Z55	7.30	900 42 34	900 42 34	内	20	14.5 46	798 293	294 800	290 640	6.35 9.52	221	569	790	5296	6.1	A	6.1	1163	156,640	144,482	150,261	89,800
	SRK4Z55	10.30	1000 42 34	1000 42 34	内	20	14.5 46	798 293	294 800	290 640	6.35 9.52	342	898	1240	7566	6.1	C	6.1	1314	166,000	154,260	160,430	102,500
	SRK5Z52	6.10	1100 42 34	1100 42 34	内	15	14.5 46	798 293	294 800	290 640	6.35 9.52	555	1443	1938	10562	5.3	F	5.3	2117	187,220	173,815	180,768	109,300
RSシリーズ	SRK2Z55	9.70	900 36 24	900 36 24	内	15	11.9 38	798 255	294 800	290 640	6.35 9.52	272	615	807	4729	8.8	A	8.8	840	209,840	193,371	201,108	114,400
	SRK2Z55	7.70	750 36 24	750 36 24	内	15	11.9 38	798 255	294 800	290 640	6.35 9.52	229	515	666	3933	8.8	A	8.8	840	187,220	173,815	180,768	92,800
	SRK2Z55	10.10	900 36 24	900 36 24	内	15	12.3 39	798 255	294 800	290 640	6.35 9.52	269	644	913	5266	5.8	A	5.8	967	193,371	180,768	187,220	109,300
	SRK4Z52	6.80	1100 36 24	1100 36 24	内	20	12.3 39	798 255	294 800	290 640	6.35 9.52	375	960	1335	8609	5.1	C	5.1	1415	209,840	193,371	201,108	114,400
	SRK4Z52	6.30	1100 36 24	1100 36 24	内	15	12.3 39	798 255	294 800	290 640	6.35 9.52	209	508	717	4161	5.8	A	5.8	760	124,920	124,926	129,823	83,300
TSシリーズ	SRK2Z15	6.70	750 36 24	750 36 24	内	15	10.5 28	798 229	294 800	290 640	6.35 9.52	230	558	788	4729	6.0	A	6.0	788	124,920	124,926	129,823	83,300
	SRK2Z15	9.50	750 36 24	750 36 24	内	15	10.5 28	798 229	294 800	290 640	6.35 9.52	258	655	913	5296	5.8	A	5.8	967	156,640	144,482	150,261	89,800
	SRK2Z15	4.80	900 36 24	900 36 24	内	20	10.5 30	798 229	294 800	290 640	6.35 9.52	403	972	1335	8609	5.1	C	5.1	1415	166,000	154,260	160,430	102,500
	SRK2Z15	12.70	1000 36 24	1000 36 24	内	20	10.5 30	798 229	294 800	290 640	6.35 9.52	432	1040	1443	10562	5.8	A	5.8	967	187,220	173,815	180,768	109,300
	SRK2Z15	10.50	1100 36 24	1100 36 24	内	15	10.5 30	798 229	294 800	290 640	6.35 9.52	622	1540	2118	10562	5.0	F	5.0	1244	209,840	193,371	201,108	114,400
SRシリーズ	SRK2Z58	4.90	600 42 34	600 42 34	内	15	14.5 43	798 293	294 800	290 640	6.35 9.52	166	446	612	4161	6.8	A	6.8	648	124,920	124,926	129,823	83,300
	SRK2Z58	5.70	750 42 34	750 42 34	内	15	14.5 43	798 293	294 800	290 640	6.35 9.52	221	569	790	5296	6.7	A	6.7	837	156,640	144,482	150,261	89,800
	SRK2Z58	7.30	900 42 34	900 42 34	内	20	14.5 47	798 293	294 800	290 640	6.35 9.52	312	804	1116	6809	6.1	C	6.1	1163	166,000	154,260	160,430	102,500
	SRK4Z58	6.10	1100 42 34	1100 42 34	内	15	14.5 47	798 293	294 800	290 640	6.35 9.52	542	1342	1830	10562	5.3	F	5.3	2117	187,220	173,815	180,768	109,300
	SRK5Z82	10.90	1500 42 34	1500 42 34	内	15	14.5 47	798 293	294 800	290 640	6.35 9.52	555	1443	1938	10562	5.3	F	5.3	2117	209,840	193,371	201,108	114,400
RRシリーズ	SRK2ZRR	6.20	750 36 24	750 36 24	内	15	11.5 26	798 255	294 800	290 640	6.35 9.52	237	565	790	4729	5.8	A	5.8	760	124,920	124,926	129,823	83,300
	SRK2ZRR	7.00	900 36 24	900 36 24	内	15	11.5 26	798 255	294 800	290 640	6.35 9.52	257	665	913	5296	5.8	A	5.8	760	156,640	144,482	150,261	89,800
	SRK2ZRR	13.10	1000 36 24	1000 36 24	内	20	11.5 26	798 255	294 800	290 640	6.35 9.52	376	960	1335	8609	5.8	A	5.8	760	166,000	154,260	160,430	102,500
	SRK4ZRR	6.80	1100 36 24	1100 36 24	内	15	12.5 37	798 255	294 800	290 640	6.35 9.52	378	1006	1484	2566	5.1	C	5.1	1572	187,220	173,815	180,768	109,300
	SRK4ZRR	6.20	1100 36 24	1100 36 24	内	15	12.5 37	798 255	294 800	290 640	6.35 9.52	202	515	717	4161	5.8	A	5.8	760	124,920	124,926	129,823	83,300
TRシリーズ	SRK2ZTR	7.00	750 36 24	750 36 24	内	15	10.5 28	798 229	294 800	290 640	6.35 9.52	237	565	790	4729	5.8	A	5.8	760	124,920	124,926	129,823	83,300
	SRK2ZTR	10.10	750 36 24	750 36 24	内	15	10.5 32	798 229	294 800	290 640	6.35 9.52	269	644	913	5296	5.8	A	5.8	967	156,640	144,482	150,261	89,800
	SRK2ZTR	5.00	900 36 24	900 36 24	内	20	10.5 32	798 229	294 800	290 640	6.35 9.52	375	960	1335	8609	5.1	C	5.1	1415	166,000	154,260	160,430	102,500
	SRK4ZTR	6.80	1100 36 24	1100 36 24	内	15	10.5 37	798 229	294 800	290 640	6.35 9.52	378	1006	1484	2566	5.1	C	5.1	1572	187,220	173,815	180,768	109,300
	SRK5ZTR	9.70	1500 127 34	1500 127 34	内	15	12.5 45	890 252	309 1800	280 640	6.35 9.52	563	1454	2037	10562	5.2	F	5.2	2188	209,840	193,371	201,108	114,400

(MH社 2015年度)





表 1.2.2.1 各メーカー毎のカタログ調査結果 (2015年度モデル) (9) T社 (a)

Table with columns for Series, Model, Power, Capacity, and Efficiency. It lists various RAS models under SR and S series, detailing their specifications.

T社(2015年度)

表 1.2.2.1 各メーカー毎のカタログ調査結果 (2015年度モデル)  
(10) T社 (b)

シリーズ	品番		始動電流 [A]	最大電流 [A]	圧縮機出力 [W]	冷風機出力 [W]	電源プラグ形状	ブレーカー容量	質量 [kg]	室内機サイズ [mm]	室外機サイズ [mm]	接続電線 [心]	配管パイプ径 [mm]	外房時間 [分]	内房時間 [分]	消費電力量 [kWh]	年間必要冷媒 [kg]	通年エネルギー効率 (APF)	通年エネルギー消費量 [kWh]	J-SARS 消費電力	市場価格 (WEB調査: 2013.5.28~2013.7.12)												
	室内	室外																			YD社	KD社	YC社	BC社	平均価格	価格.com最安値							
SDPシリーズ	RAS-2265DR	RAS-2265ADR	5.27	15.0	750	30	43	15	16.5	32	788	350	295	780	290	550	3.02	0	6.35	9.52	191	421	6.12	4161	6.8	A	6.9	726	151,687	170,850	158,195	160,237	119,458
	RAS-2265DR	RAS-2265ADR	6.03	15.0	750	30	43	15	16.5	32	788	350	295	780	290	550	3.02	0	6.35	9.52	214	559	773	4719	6.1	A	6.9	726	162,085	170,860	158,200	163,708	143,884
	RAS-2665DR	RAS-2665ADR	7.35	20.0	1100	30	43	20	16.5	37	788	350	295	780	290	550	3.02	0	6.35	9.52	243	775	1018	5286	5.2	A	6.3	825	171,519	192,450	178,195	180,721	146,899
	RAS-3665DR	RAS-3665ADR	9.51	20.0	1100	30	43	20	16.5	37	788	350	295	780	290	550	3.02	0	6.35	9.52	341	871	1212	6809	5.6	C	6.3	1145	180,612	203,250	188,195	190,688	171,969
	RAS-4065DR	RAS-4065ADR	11.77	20.0	1100	30	43	20	16.5	37	788	350	295	780	290	550	3.02	0	6.35	9.52	380	808	1198	7566	6.3	C	6.2	1283	278,000	214,050	198,195	230,082	165,889
	RAS-5065DR	RAS-5065ADR	8.66	20.0	1100	60	70	20	17	41	788	350	295	799	299	630	3.02	0	6.35	9.52	338	1282	1690	7566	4.7	C	6.7	1196	198,000	214,050	198,195	203,415	120,320
	RAS-5065DR	RAS-5065ADR	8.66	20.0	1100	60	70	20	17	41	788	350	295	799	299	630	3.02	0	6.35	9.52	584	1456	2020	10582	5.2	F	5.4	1935	206,176	233,280	216,000	218,493	141,838
	RAS-5065DR	RAS-5065ADR	10.16	20.0	1100	60	70	20	17.5	41	788	350	295	799	299	630	3.02	0	6.35	12.7	353	1326	1730	11430	3.2	G	5.4	1716	316,000	235,280	233,120	269,945	172,000
	RAS-5065DR	RAS-5065ADR	15.19	20.0	1100	60	70	20	17.5	41	788	350	295	799	299	630	3.02	0	6.35	12.7	353	1326	1730	11430	3.2	G	5.4	1716	316,000	235,280	233,120	269,945	172,000
	RAS-5065DR	RAS-5065ADR	15.19	20.0	1100	60	70	20	17.5	41	788	350	295	799	299	630	3.02	0	6.35	12.7	353	1326	1730	11430	3.2	G	5.4	1716	316,000	235,280	233,120	269,945	172,000
SRシリーズ	RAS-2265SR	RAS-2265SAR	6.24	15.0	500	30	43	15	11	32	790	255	250	780	290	550	3.02	0	6.35	9.52	229	504	733	4161	5.7	A	5.3	760	88,800	97,200	90,000	92,333	64,684
	RAS-2665SR	RAS-2665SAR	7.41	15.0	750	30	43	15	11	32	790	255	250	780	290	550	3.02	0	6.35	9.52	244	571	815	4729	5.8	A	5.3	864	107,176	116,850	108,195	110,740	84,691
	RAS-4065SR	RAS-4065SAR	8.92	15.0	750	30	43	15	11	37	790	255	250	780	290	550	3.02	0	6.35	9.52	273	656	929	5286	5.7	A	5.1	967	125,176	138,450	128,195	130,607	87,500
	RAS-465SR	RAS-465SAR	14.79	15.0	1100	30	43	20	11	37	790	255	250	780	290	550	3.02	0	6.35	9.52	446	1098	1544	7566	4.9	C	4.9	1636	143,176	160,050	148,195	151,613	98,500
	RAS-565SR	RAS-565SAR	10.01	15.0	1100	30	43	15	13.5	38	790	255	250	780	290	550	3.02	0	6.35	9.52	471	1077	1548	7566	5.5	F	5.1	1639	152,176	170,850	161,195	163,708	
	RAS-565SR	RAS-565SAR	6.24	15.0	500	30	43	15	10	32	790	255	250	780	290	550	3.02	0	6.35	9.52	600	1488	2118	10829	5.0	F	5.0	2244	181,000	181,000	168,195	174,923	123,769
	RAS-565SR	RAS-565SAR	6.24	15.0	500	30	43	15	10	32	790	255	250	780	290	550	3.02	0	6.35	9.52	274	611	810	4161	5.7	A	5.3	890	74,800	83,980	80,000	81,972	48,480
	RAS-565SR	RAS-565SAR	6.92	15.0	750	30	43	15	10	32	790	255	250	780	290	550	3.02	0	6.35	9.52	273	665	929	5286	5.7	A	5.3	967	88,800	97,200	90,000	92,333	64,684
	RAS-4065SR	RAS-4065SAP	14.79	15.0	1100	30	43	20	10	37	790	255	250	780	290	550	3.02	0	6.35	9.52	446	1098	1544	7566	4.9	C	4.9	1636	118,800	131,400	130,000	121,001	82,282
	RAS-565SR	RAS-565SAP	10.01	15.0	1100	30	43	15	12.5	38	790	255	250	780	290	550	3.02	0	6.35	9.52	600	1488	2118	10829	5.0	F	5.0	2244	144,800	135,000	150,000	143,267	111,732
Sシリーズ	RAS-365S	RAS-365SAS	8.92	15.0	750	30	43	15	9	32	790	213	250	780	290	550	3.02	0	6.35	9.52	273	656	929	5286	5.7	A	5.3	967	89,800	86,400	95,000	90,400	74,800
	RAS-465S	RAS-465SAS	11.37	15.0	750	30	43	15	9	32	790	213	250	780	290	550	3.02	0	6.35	9.52	416	974	1390	6809	4.9	C	4.9	1472	97,400	105,000	103,000	101,100	81,800
	RAS-465S	RAS-465SAS	14.79	15.0	750	30	43	20	9	37	790	213	250	780	290	550	3.02	0	6.35	9.52	446	4098	4544	7566	1.7	C	4.9	1636	116,399	107,890	125,000	116,460	88,800
RAS-565S	RAS-565SAS	10.01	15.0	1100	30	43	15	12.5	38	790	279	293	780	290	550	3.02	0	6.35	9.52	660	1488	2118	10829	5.0	F	5.0	2244	133,975	129,600	145,000	136,058	96,500	







表 1.2.2.1 各メーカー毎のカタログ調査結果 (2015 年度モデル)  
(14) F社 (b)

シリーズ	品番	始動電流 [A]	最大電流 [A]	運転電流 [A]	送風機出力 [W]	電源プラグ形状	プロレーカー容量 [A]	質量 [kg]	室内機サイズ [mm]		室外機サイズ [mm]		接続電線 [心]	配管径 [mm]	消費電力 (kW)		運転エネルギー消費 (JIS2013) APF	APF 区分	YD社	KO社	YC社	BC社	平均価格	価格.com 目安		
									高さ	幅	高さ	幅			年間必要冷媒能力総和 [kW]	期間合計									年間必要冷媒能力総和 [kW]	期間合計
Nシリーズ	AS-X00E2M	15.20	20.0	2.150	40	外	21	43	888	378	283	820	315	704	3.02.0	6.35	12.7	5.3	G	318.000	271.788	309.160	286.260	296.302	229.838	
	AS-X71E2M	11.60	20.0	1900	40	外	21	42	888	378	283	820	315	704	3.02.0	6.35	12.7	5.9	G	298.000	247.510	292.200	270.556	279.567	206.838	
	AS-X63E2M	9.20	20.0	1700	40	外	21	42	888	378	283	820	315	704	3.02.0	6.35	12.7	6.2	F	278.000	238.917	270.100	250.093	259.278	200.840	
	AS-X56E2M	8.50	20.0	1500	30	外	19.5	41	788	378	283	820	315	704	3.02.0	6.35	9.52	6.1	F	238.000	205.315	230.180	213.130	221.658	182.831	
	AS-X48E2M	8.00	20.0	1400	30	外	19.5	41	788	378	283	820	315	704	3.02.0	6.35	9.52	6.9	G	218.000	183.408	218.030	200.028	208.897	183.831	
	AS-X40E2M	7.50	20.0	1300	30	外	19.5	41	788	378	283	820	315	704	3.02.0	6.35	9.52	6.9	G	218.000	183.408	218.030	200.028	208.897	183.831	
	AS-X32E2M	6.50	20.0	1100	30	外	17.5	32	788	378	283	780	280	620	3.02.0	6.35	9.52	6.6	A	178.000	158.028	174.000	161.112	167.265	145.604	
	AS-X24E2M	5.80	15.0	650	30	外	17.5	32	788	378	283	780	280	620	3.02.0	6.35	9.52	6.6	A	178.000	158.028	174.000	161.112	167.265	145.604	
	AS-X16E2M	5.10	15.0	600	30	外	16.5	44	788	378	283	820	315	704	3.02.0	6.35	12.7	5.2	G	168.000	145.886	162.000	150.000	156.297	121.835	
	AS-X08E2M	4.40	15.0	550	30	外	16.5	44	788	378	283	820	315	704	3.02.0	6.35	12.7	5.2	G	168.000	145.886	162.000	150.000	156.297	121.835	
Nシリーズ	AS-Z71E2M	11.80	20.0	1900	40	外	16.5	41	788	350	283	820	315	704	3.02.0	6.35	12.7	5.5	G	278.000	238.917	270.100	250.093	259.278	200.840	
	AS-Z63E2M	9.40	20.0	1700	40	外	16.5	41	788	350	283	820	315	704	3.02.0	6.35	12.7	5.8	F	258.000	221.843	248.820	231.315	240.245	193.815	
	AS-Z56E2M	8.00	20.0	1500	40	外	16.5	41	788	350	283	820	315	704	3.02.0	6.35	9.52	6.3	F	238.000	205.315	230.180	213.130	221.658	182.831	
	AS-Z48E2M	7.20	20.0	1400	40	外	14	57	788	350	283	780	280	620	3.02.0	6.35	9.52	6.6	A	188.000	157.056	172.840	164.800	165.674	137.895	
	AS-Z40E2M	6.80	20.0	1300	40	外	14	57	788	350	283	780	280	620	3.02.0	6.35	9.52	6.6	A	188.000	157.056	172.840	164.800	165.674	137.895	
	AS-Z32E2M	6.00	15.0	600	30	外	14	57	788	350	283	780	280	620	3.02.0	6.35	9.52	6.6	A	188.000	157.056	172.840	164.800	165.674	137.895	
	AS-Z24E2M	5.40	15.0	600	30	外	14	57	788	350	283	780	280	620	3.02.0	6.35	9.52	6.6	A	188.000	157.056	172.840	164.800	165.674	137.895	
	AS-Z16E2M	4.80	15.0	600	30	外	12	36	728	302	250	780	280	620	3.02.0	6.35	9.52	5.4	F	158.000	142.886	164.800	158.283	164.800	116.297	
	AS-S66E2M	15.20	15.0	1500	28	外	12	36	728	302	250	780	280	620	3.02.0	6.35	9.52	5.4	F	158.000	142.886	164.800	158.283	164.800	116.297	
	AS-S40E2M	8.30	15.0	750	28	外	12	29	728	302	250	780	280	620	3.02.0	6.35	9.52	6.2	A	128.290	118.639	124.890	124.890	124.890	103.642	
Nシリーズ	AS-S28E2M	6.60	15.0	650	28	外	12	26	728	302	250	780	280	620	3.02.0	6.35	9.52	6.2	A	128.290	118.639	124.890	124.890	124.890	103.642	
	AS-S20E2M	5.50	15.0	600	28	外	12	26	728	302	250	780	280	620	3.02.0	6.35	9.52	6.2	A	128.290	118.639	124.890	124.890	124.890	103.642	
	AS-S12E2M	10.50	15.0	1500	28	外	12	36	728	299	250	790	280	620	3.02.0	6.35	9.52	5.2	F	106.720	106.720	106.720	106.720	106.720	90.634	
	AS-R66E2M	13.90	20.0	1100	28	外	11.5	32	728	299	250	790	280	620	3.02.0	6.35	9.52	5.0	F	115.352	115.352	115.352	115.352	115.352	96.311	
	AS-R38E2M	8.30	15.0	750	28	外	11	29	728	299	250	790	280	620	3.02.0	6.35	9.52	6.0	F	98.389	98.389	98.389	98.389	98.389	84.732	
	AS-R30E2M	8.00	15.0	750	28	外	11	29	728	299	250	790	280	620	3.02.0	6.35	9.52	6.0	F	98.389	98.389	98.389	98.389	98.389	84.732	
	AS-R22E2M	6.10	15.0	600	28	外	11	22	728	299	250	663	283	535	3.02.0	6.35	9.52	5.9	A	89.366	89.366	89.366	89.366	89.366	79.829	
	AS-R14E2M	5.00	15.0	600	28	外	11	22	728	299	250	663	283	535	3.02.0	6.35	9.52	5.9	A	89.366	89.366	89.366	89.366	89.366	79.829	
	AS-A66E2M	14.20	15.0	1500	28	外	8	36	780	206	280	780	280	620	3.02.0	6.35	9.52	5.0	F	2244	1083306	1082.987	1083300	1083300	88.800	
	AS-A40E2M	7.50	15.0	750	28	外	7.5	32	780	206	280	780	280	620	3.02.0	6.35	9.52	5.0	C	93.315	92.800	100.780	89.815	94.178	72.554	
Nシリーズ	AS-Q8E2M	10.10	15.0	1100	28	外	7.5	24	780	206	280	663	283	535	3.02.0	6.35	9.52	5.7	A	5.8	967	74000	75676	79.920	72.500	52.789
	AS-Q5E2M	7.40	15.0	650	28	外	7.5	22	780	206	280	663	283	535	3.02.0	6.35	9.52	5.7	A	5.8	864	60000	63038	64.600	60.000	53.590
	AS-Q2E2M	6.50	14.0	600	28	外	7.5	21	780	206	280	663	283	535	3.02.0	6.35	9.52	5.8	A	5.8	760	53000	56521	57.240	53.000	38.988
	AS-Q1E2M	6.50	14.0	600	28	外	7.5	21	780	206	280	663	283	535	3.02.0	6.35	9.52	5.8	A	5.8	760	53000	56521	57.240	53.000	38.988

(資料5102) 社



表 1.2.2.1 各メーカー毎のカタログ調査結果 (2015年度モデル)  
(16) S社 (b)

シリーズ	品番	始動電流 [A]	定格電流 [A]	圧縮機出力 [W]	洗機出力 [W]	電源プラグ形状	ブレーカー容量 [A]	質量 [kg]		室内機サイズ [mm]		室外機サイズ [mm]		接続電線 [心]	配管パイプ管径 [mm]	消費電力 [kWh]		年間必要冷媒 (kg)	運転エネルギー (kWh/年)	YS社	KD社	YC社	BC社	平均価格	価格.com最安値						
								内	外	幅	奥行	高さ	幅			奥行	高さ									外	内	外	内	外	外
E-SX	AV-E26SX	12.60	1300	40	41	内	20	16	37	798	325	295	800	300	3	6.35	9.52	1356	29534	13430	237.017	246.023	239.650	257.917	260.030	159.862					
	AV-E28SX	16.60	1300	40	41	内	20	16	37	798	325	295	800	300	3	6.35	9.52	1416	29544	14136	237.408	245.520	242.918	257.121	260.030	159.862					
	AV-E28SX	8.70	1300	40	41	内	20	16	37	798	325	295	800	300	3	6.35	9.52	1416	29544	14136	237.408	245.520	242.918	257.121	260.030	159.862					
	AV-E28SX	5.50	1300	40	41	内	20	16	37	798	325	295	800	300	3	6.35	9.52	1416	29544	14136	237.408	245.520	242.918	257.121	260.030	159.862					
	AV-E28SX	7.10	740	30	43	内	16	37	798	325	295	800	300	630	3	6.35	9.52	321	1048	6809	6.5	C	1214	6.6	193.000	187.019	208.440	193.000	195.865		
E-EX	AV-E28SX	9.50	1110	30	43	内	16	33	798	325	295	800	300	630	3	6.35	9.52	236	843	779	5296	6.8	A	813	6.9	171.871	167.806	185.620	171.871	174.922	
	AV-E28SX	4.80	610	30	43	内	16	33	798	325	295	800	300	630	3	6.35	9.52	208	487	695	4729	6.8	A	728	6.9	161.112	158.015	174.000	161.112	163.660	
	AV-E28SX	15.50	1110	30	43	内	16	33	798	325	295	800	300	630	3	6.35	9.52	480	1036	1576	7586	4.9	C	1636	4.9	115.676	123.895	129.600	115.676	121.169	
	AV-E28SX	9.50	1110	30	43	内	16	33	798	325	295	800	300	630	3	6.35	9.52	480	1036	1576	7586	4.9	C	1636	4.9	115.676	123.895	129.600	115.676	121.169	
	AV-E28SX	6.60	775	30	35	内	15	11	33	790	287	268	730	250	540	3	6.35	9.52	552	830	4730	5.7	A	592	5.8	106.951	106.951	106.951	106.951	106.951	
E-DX	AV-E28SX	14.00	1110	30	35	内	15	10	24	760	287	268	660	266	540	3	6.35	9.52	493	730	4161	5.7	A	760	5.8	37.000	37.000	37.000	37.000	37.000	
	AV-E40DX	15.50	1110	30	35	内	15	9	35	770	254	260	800	300	630	3	6.35	9.52	686	1476	10562	4.9	F	2244	4.9	125.945	121.630	136.020	125.940	128.884	
	AV-E28DX	9.50	610	30	25	内	9	27	770	254	260	730	250	540	3	6.35	9.52	480	1036	1576	7586	4.9	C	1636	4.9	106.889	110.186	115.450	106.889	109.659	
	AV-E28DX	8.00	775	30	25	内	9	27	770	254	260	730	250	540	3	6.35	9.52	289	561	830	4729	5.7	A	864	5.8	72.676	76.815	78.490	72.676	75.164	
	AV-E28DX	9.50	775	30	25	内	9	24	770	254	260	660	266	540	3	6.35	9.52	287	493	730	4161	5.7	A	760	5.8	63.704	69.760	68.600	63.704	66.692	
E-SB	AV-E28SB	9.50	775	30	25	内	9	30	770	230	283	730	250	540	3	6.35	9.52	287	493	730	4161	5.7	A	864	5.8	76.000	79.297	82.080	76.000	79.297	
	AV-E28SB	9.50	775	30	25	内	8	27	770	230	283	730	250	540	3	6.35	9.52	274	356	530	4729	5.7	A	864	5.8	64.000	69.880	69.120	64.000	66.750	
	AV-E28SB	12.40	1090	30	23	内	15	15	46	748	308	295	800	300	630	3	6.35	9.52	636	1441	1077	10562	5.7	F	2152	5.8	54.704	59.445	59.080	54.704	57.670
	AV-E28SB	12.40	1090	30	23	内	15	15	35	748	308	295	700	289	540	3	6.35	9.52	454	1001	1455	5266	5.2	C	1512	5.3	138.200	139.900	139.900	138.200	124.980
	AV-E28SB	8.30	610	30	43	内	15	15	30	748	308	295	700	289	540	3	6.35	9.52	284	479	763	4729	6.2	A	793	6.3	109.000	109.000	109.000	109.000	99.990
D-WX	AV-D21WX	6.00	610	30	43	内	15	15	28	748	308	295	730	250	540	3	6.35	9.52	284	421	4161	6.2	A	700	6.3	95.000	95.000	95.000	95.000	89.990	
	AV-D21WX	14.00	1110	30	43	内	15	11	39	790	287	268	800	300	630	3	6.35	9.52	673	1489	2162	10562	4.9	F	2244	4.9	103.800	103.800	103.800	103.800	103.800
	AV-D40EX	15.50	1110	30	25	内	20	10	34	790	287	268	730	250	540	3	6.35	9.52	480	1036	1576	7586	4.8	A	864	4.9	79.800	79.800	79.800	79.800	79.800
	AV-D28EX	8.50	775	30	25	内	15	11	30	790	287	268	730	250	540	3	6.35	9.52	287	492	730	4161	5.7	A	864	5.8	66.600	70.800	70.800	66.600	66.600
	AV-D28EX	7.30	775	30	25	内	10	27	790	287	268	730	250	540	3	6.35	9.52	274	356	530	4729	5.7	A	864	5.8	74.900	74.900	74.900	74.900	74.900	
D-EX	AV-D40EX	14.00	1110	30	23	内	15	15	30	770	254	260	800	300	630	3	6.35	9.52	686	1476	10562	5.7	F	2244	5.8	55.500	55.500	55.500	55.500	55.500	
	AV-D40EX	15.50	1110	30	25	内	20	9	34	770	254	260	730	250	540	3	6.35	9.52	480	1036	1576	7586	4.8	C	1636	4.9	82.500	82.500	82.500	82.500	82.500
	AV-D28EX	9.40	775	30	25	内	15	9	30	770	254	260	730	250	540	3	6.35	9.52	292	637	929	5296	5.7	A	864	5.8	64.500	64.500	64.500	64.500	64.500
	AV-D28EX	8.00	775	30	25	内	15	9	27	770	254	260	730	250	540	3	6.35	9.52	289	561	830	4729	5.7	A	864	5.8	59.899	59.899	59.899	59.899	59.899
	AV-D22EX	6.80	775	30	25	内	15	9	25	770	254	260	660	266	540	3	6.35	9.52	237	493	730	4161	5.7	A	760	5.8	66.800	66.800	66.800	66.800	66.800

(調査日2015)



表 1.2.2.1 各メーカー毎のカタログ調査結果 (2015年度モデル)  
(18) C社 (b)

シリーズ	品番	樹動電流 [A]	最大電流 [A]	任務機出力 [W]	送風機出力 [W]	電源プラグ形状	ブレーカー容量 [A]	質量 [kg]		室内機サイズ [mm]		室外機サイズ [mm]		接続電線 [心]		配管パイプ管径 [mm]	消費電力 [kWh]		年間必要冷媒能力 [kg]	運転エネルギー消費電力量 [kWh]	市場価格 (WEB調査: 2013.5.25日~2013.7.12)				価格.com最安値			
								内	外	幅	奥行	高さ	幅	奥行	高さ		YD社	KD社			YC社	BC社	平均価格					
Wシリーズ	GSH-W21SR	5.93	6.10	31	37	内外	15	9.5	27.5	795	247	290	10	770	463	293	497	730	4161	5.7	A	5.8	760	65.992	72440	66.980	69.767	64.045
	GSH-W21SR	6.29	6.46	31	37	内外	15	9.5	27.5	795	247	290	10	770	463	293	497	730	4161	5.7	A	5.8	760	65.992	72440	66.980	69.767	64.045
	GSH-W21SR	8.58	7.50	31	37	内外	20	10	35	795	247	290	10	770	463	293	497	730	4161	5.7	A	5.8	760	65.992	72440	66.980	69.767	64.045
	GSH-W21SR	7.69	1100	40	37	内外	15	9.5	27.5	795	247	290	10	770	463	293	497	730	4161	5.7	A	5.8	760	65.992	72440	66.980	69.767	64.045
	GSH-W21SR	6.29	6.10	31	37	内外	15	9.5	27.5	795	247	290	10	770	463	293	497	730	4161	5.7	A	5.8	760	65.992	72440	66.980	69.767	64.045
Nシリーズ	GSH-N21SR	8.79	6.10	31	37	内外	15	10	34.5	795	235	290	10	770	463	293	497	730	4161	5.7	A	5.8	864	67.862	73290	89.800	76.984	47.800
	GSH-N21SR	14.89	7.50	31	37	内外	20	10	35	795	235	290	10	770	463	293	497	730	4161	5.7	A	5.8	864	67.862	73290	89.800	76.984	47.800
	GSH-N21SR	2.97	6.10	31	37	内外	15	9.5	31.5	795	247	290	10	770	463	293	497	730	4161	5.7	A	5.8	864	67.862	73290	89.800	76.984	47.800
	GSH-N21SR	7.69	1700	40	37	内外	15	10	35	795	247	290	10	770	463	293	497	730	4161	5.7	A	5.8	864	67.862	73290	89.800	76.984	47.800
	GSH-N21SR	6.29	6.10	31	37	内外	15	9.5	27.5	795	235	290	10	770	463	293	497	730	4161	5.7	A	5.8	864	67.862	73290	89.800	76.984	47.800
Bシリーズ	GSH-B21SR	8.79	6.10	31	37	内外	15	10	34.5	795	235	290	10	770	463	293	497	730	4161	5.7	A	5.8	864	67.862	73290	89.800	76.984	47.800
	GSH-B21SR	8.79	6.10	31	37	内外	15	10	34.5	795	235	290	10	770	463	293	497	730	4161	5.7	A	5.8	864	67.862	73290	89.800	76.984	47.800
	GSH-B401SR	14.89	7.50	31	37	内外	20	10	35	795	235	290	10	770	463	293	497	730	4161	5.7	A	5.8	864	67.862	73290	89.800	76.984	47.800
	GSH-B401SR	7.88	7.50	40	37	内外	15	10	34.5	795	235	290	12	770	463	293	497	730	4161	5.7	A	5.8	864	67.862	73290	89.800	76.984	47.800
	GSH-B561SR	12.56	1100	40	37	内外	15	10.5	43.5	795	247	290	12	770	463	293	497	730	4161	5.7	A	5.8	864	67.862	73290	89.800	76.984	47.800

(調査日: 2012年7月)

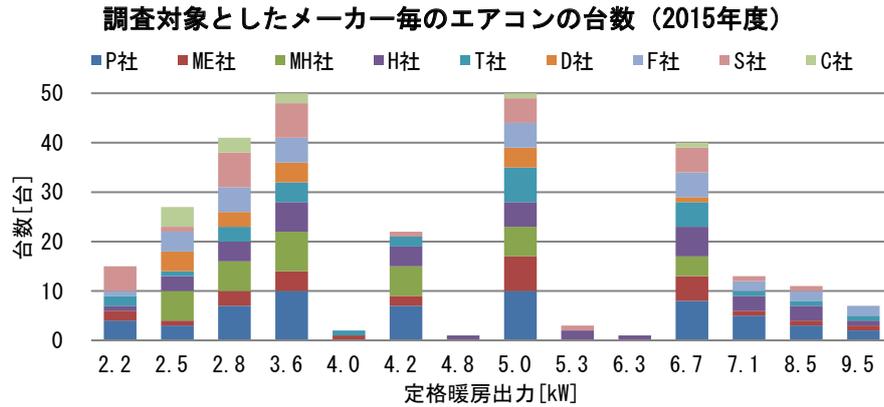


図 1.2.2.1 定格暖房出力と台数の関係 (2015 年度モデル)

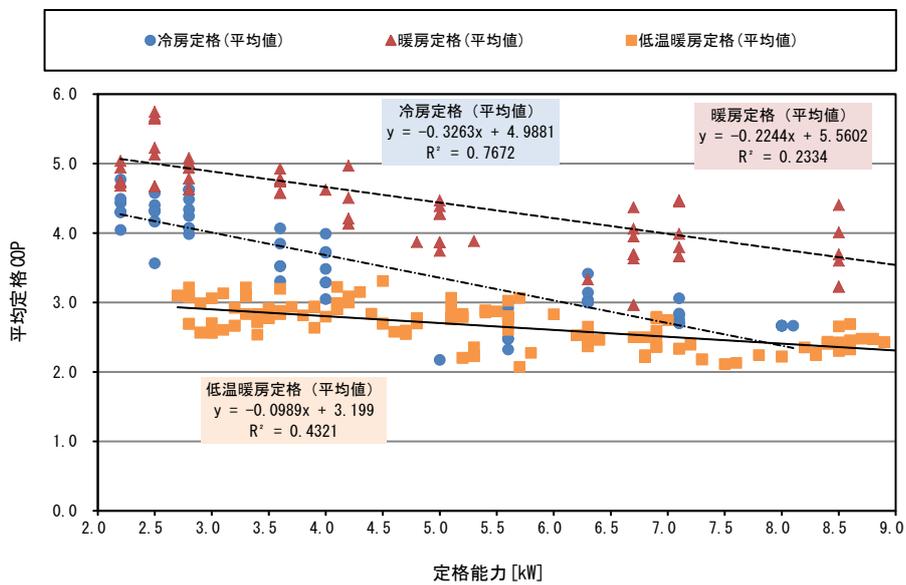


図 1.2.2.2 定格出力と平均定格 COP の関係 (2015 年度モデル)

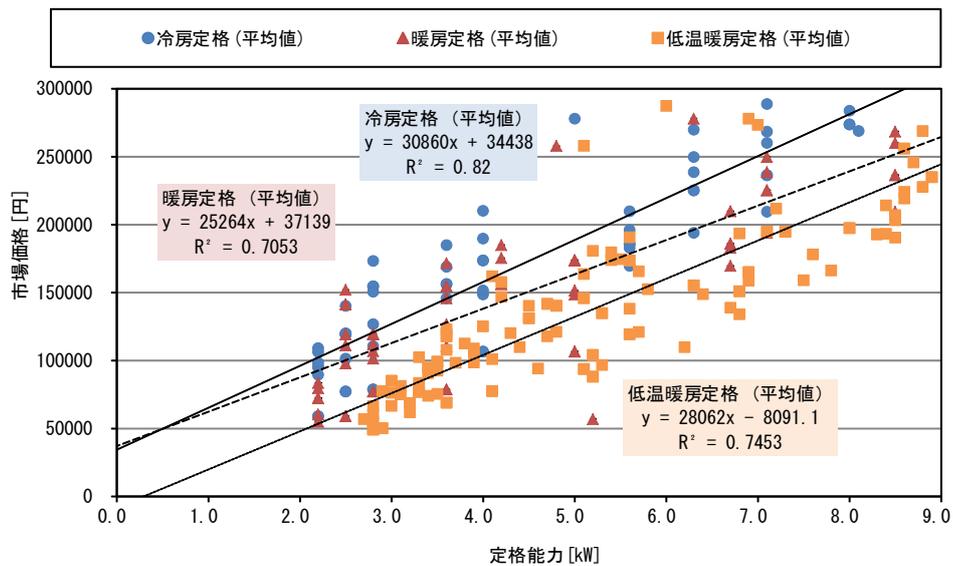


図 1.2.2.3 定格出力と市場価格の関係 (2015 年度モデル)

### 1.2.3 2013年度及び2015年度調査結果の比較

図1.2.3.1に定格出力と出力毎に平均したCOP<sup>※1</sup>の関係を示す。2013年度と比較すると2015年度の暖房平均定格COPはどの機種でも0.5程度低下している。一方、冷房の平均定格COPはほぼ同様の値である。暖房では定格出力が約2倍になると平均定格COPは約0.8倍となり、冷房では定格出力が約2倍になると平均定格COPは約0.7倍となる傾向がある。暖房の平均定格COPと冷房の平均定格COPを比較すると冷房の平均定格COPの方が約1.0低い。

図1.2.3.2に定格出力と市場価格の関係を示す。2015年度は2013年度と比較して、暖房定格出力が大きい機種では市場価格が約2万円高くなる。冷房では各機種ともほぼ同様の市場価格となる。2015年度に市販された機種では、暖冷房ともに定格出力が約2倍になると市場価格は約1.5倍となる。

図1.2.3.3にA社製エアコンの定格出力と平均カタログAPFの関係(2015年度及び2013年度)を示す。2015年度と2013年度を比較すると、2015年度ではどの機種でもAPFが約0.5増加している。暖冷房平均定格COPでは、定格条件(冷房:外気温度35℃・定格出力時、暖房:外気温度7℃・定格出力時)での性能であるのに対し、APFは定格条件に加え、暖冷房能力を定格の2分の1とした状態の中間冷房条件と中間暖房条件の性能の2点、更に外気温度を2℃とした定格暖房低温能力での性能の計5点を用いて算出される。従って2015年度では定格条件でのCOPは低下したが、定格出力以下での性能が向上したためAPFが向上したと考えられる。

※1 定格能力毎に対象エアコンの定格COPを平均した値。

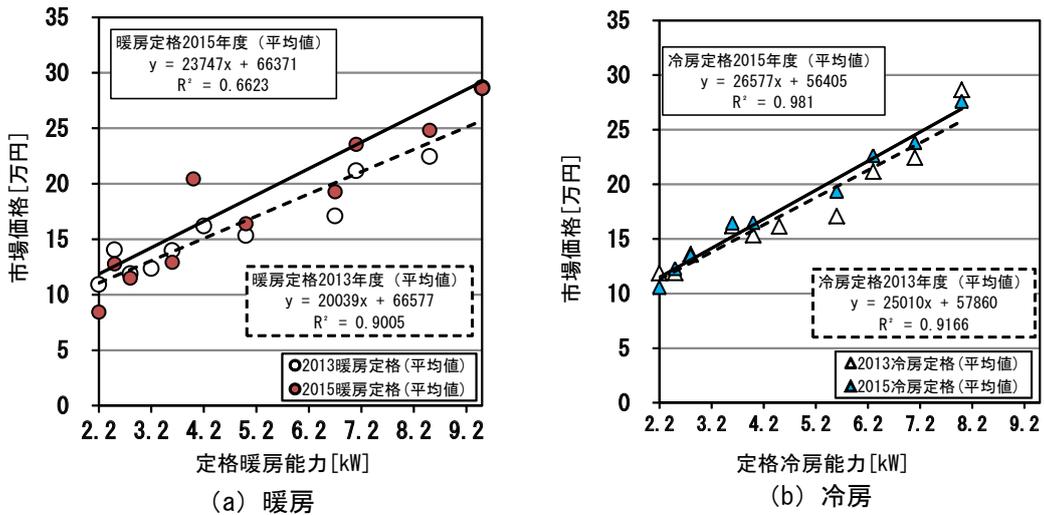


図 1.2.3.1 定格出力と市場価格の関係 (2015 年度及び 2013 年度)

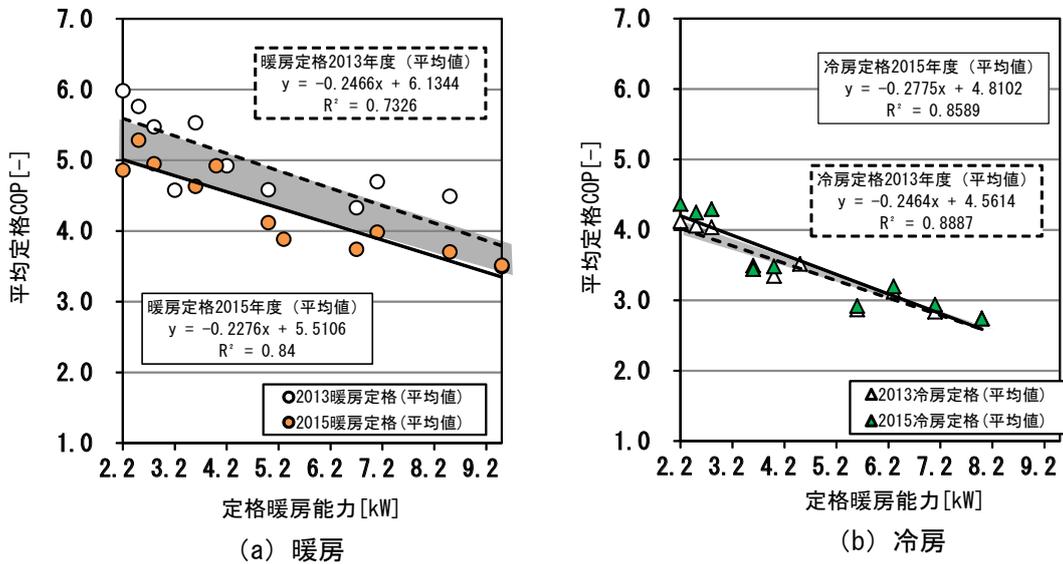


図 1.2.3.2 定格能力と平均定格 COP の関係 (2015 年度及び 2013 年度)

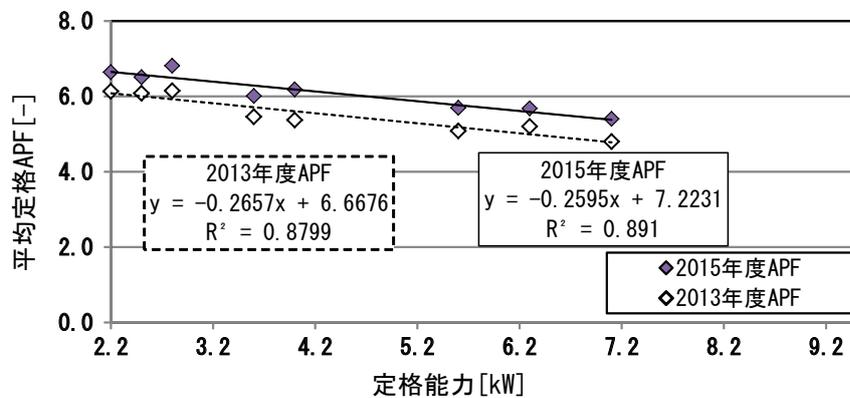


図 1.2.3.3 A 社製エアコンの定格能力と定格平均 APF の関係 (2015 年度及び 2013 年度)

### 第3章 まとめ

どの機種でも最大暖房出力が最大冷房出力と比較して1.7～2.3倍程度大きく、暖房出力範囲の方が広い傾向がある。

2015年度は2013年度と比較して、暖房定格能力が大きい機種では市場価格が約2万円高くなる。冷房では各機種ともほぼ同様の市場価格となる。2015年度に市販された機種では、暖冷房ともに定格能力が約2倍になると市場価格は約1.5倍となる。

定格暖冷房能力と定格COPの関係を2013年度と2015年度で比較すると、2015年度の暖房平均定格COPはどの機種でも2013年度と比較して0.5程度低下している。一方、冷房の平均定格COPはほぼ同様の値である。

2015年度と2013年度を比較すると、2015年度ではどの機種でもAPFが約0.5増加している。暖冷房平均定格COPでは、定格条件（冷房：外気温度35℃・定格出力時、暖房：外気温度7℃・定格出力時）での性能であるのに対し、APFは定格条件に加え、暖冷房能力を定格の2分の1とした状態の中間冷房条件と中間暖房条件の性能の2点、更に外気温度を2℃とした定格暖房低温能力での性能の計5点を用いて算出される。従って2015年度では定格条件でのCOPは低下したが、定格能力以下での性能が向上したためAPFが向上したと考えられる。

カタログスタディの結果から暖冷房負荷の大きい部屋では、出力の大きなエアコンを一台設置する場合と比較して、相対的に効率が良い定格出力の小さい機種を複数台設置する方がCOPが高くなる可能性がある。出力の小さい機種を複数設置し、暖冷房負荷に合わせて台数制御を行うことでCOPが向上し、消費電力量は少なくなるため、長期的に使用する場合は台数制御を行う方が省エネルギーとなる可能性がある。

## 第 2 編 家庭用エアコンを対象とした COP 測定実験



## 第1章 COP測定概要

## 2.1.1 簡易カロリメータの概要

図 2.1.1.1 に簡易カロリメータの概要、図 2.1.1.2 に簡易カロリメータに関する写真を示す。簡易カロリメータの室内機用チャンバーは 3 [m] (幅) × 3 [m] (奥行) × 2.7 [m] (高さ)、室外機用チャンバーは一辺が 2 [m] の立方体とし、壁体は厚さ 60 [mm] の高性能断熱材 (熱伝導率: 0.024 [W/m・K]) と構造用合板で構成されている。各チャンバー内には -10 [°C] に調整可能なクーラーと電気ヒーター (10 [kW]) を組み合わせた温度調整用空調機を設置し、温度をコントロールすることで暖冷房負荷及び外気温を任意に変化させることができる。

吸込・吹出温湿度の測定には HIOKI 社製温湿度センサーと熱電対を用いる。室内機の吸込口に温湿度センサーとサーミスタ風速計を 1 点ずつ、熱電対を 2 点、吹出口に温湿度センサーを 2 点、熱電対を 3 点設置する。又、室外機の吸込口には温湿度センサーを 1 点設置し、この点の温度を外気温とする。運転時のエアコンの稼働状況を把握する為、室外機にデジタルマルチメータを接続し、圧縮機のインバータ電圧、周波数を測定する。

HIOKI 社製温湿度センサーは、温度分解能 : 0.1°C、湿度分解能 : 0.1%、温度測定確度 : 0 ~ 35.0°C ± 0.5°C、35.1 ~ 70.0°C ± 1.0°C、湿度測定確度 : 測定温湿度によるが概ね ± 5 ~ 10% である。

デジタルマルチメータは HIOKI 社製 DT4218 を用いる。

サーミスタ風速計は、予備実験により、吸込口風速と室内機吹出風量の関係を測定することにより、吸込口風速から処理風量を算出する。予備実験の測定方法は 2.1.2.3 吸込口風速と吹出口風量の関係で示す。

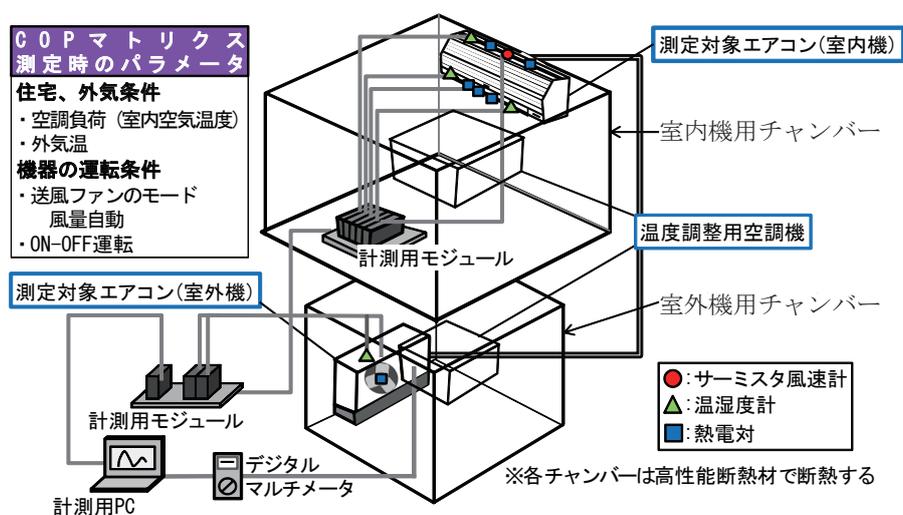
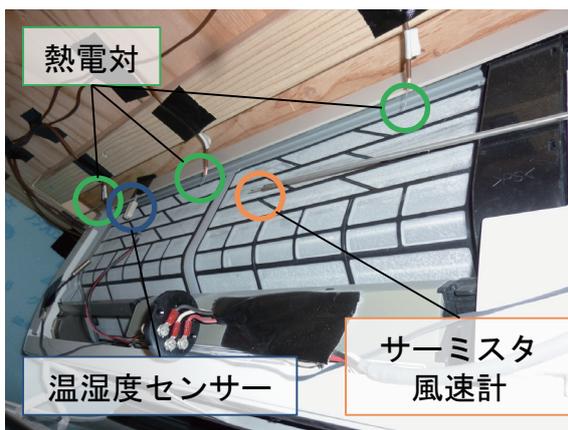


図 2.1.1.1 簡易カロリメータの概要



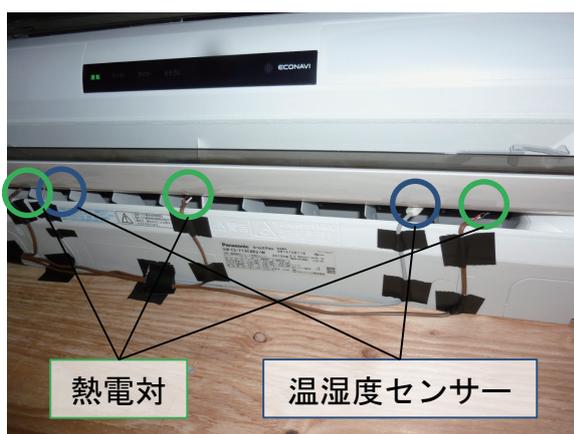
(a) 簡易カロリメータ



(b) 室内機吸込口



(d) 室外機吹出口



(c) 室内機吹出口



(e) 計測モジュール

図 2.1.1.2 簡易カロリメータに関する写真

## 2.1.2 測定対象

表 2.1.2.1 に測定対象の A 社製と B 社製家庭用エアコン 9 台の仕様を示す。

表 2.1.2.1 測定対象の A 社製及び B 社製家庭用エアコン 9 台の仕様

		性能												圧縮機型番	
		暖房					冷房					APF [-]	期間消費電力 [kWh]		
		出力[kW]		消費電力[W]		COP [-]	出力[kW]		消費電力[W]		COP [-]				
		定格	範囲	定格	範囲	定格	定格	範囲	定格	範囲	定格				
A 社	エアコン1-1	2.5	0.3 ~ 5.9	420	105 ~ 1480	6.0	2.2	0.4 ~ 3.4	395	110 ~ 780	5.6	7.2	612	5RS102XMA21	
	エアコン1-2	3.6	0.3 ~ 9.5	710	105 ~ 3300	5.1	2.8	0.4 ~ 4.2	585	110 ~ 1100	4.8	7.0	802		
	エアコン1-3	5.0	0.4 ~ 11.6	1025	110 ~ 3960	4.9	4.0	0.5 ~ 5.4	1010	120 ~ 1720	4.0	6.7	1196		5RD138XAA21
	エアコン1-4	6.7	0.4 ~ 11.7	1720	110 ~ 3960	4.0	5.6	0.5 ~ 5.7	2190	120 ~ 2220	2.6	5.6	2004		5RS102XMA21
	エアコン1-5	8.5	0.4 ~ 11.9	2630	110 ~ 3990	3.2	7.1	0.5 ~ 7.2	2990	120 ~ 3080	2.4	4.9	2903		5RD138XAA21
B 社	エアコン2-1	2.5	0.6 ~ 5.2	465	105 ~ 1480	5.4	2.2	0.6 ~ 3.4	440	105 ~ 880	5.0	6.9	603	VB073FKFH450522	
	エアコン2-2	2.8	0.6 ~ 5.2	525	105 ~ 1480	5.3	2.5	0.6 ~ 3.5	520	105 ~ 910	4.8	6.7	706	VB073FKFH450521	
	エアコン2-3	5.0	0.6 ~ 9.9	1090	105 ~ 3670	4.6	4.0	0.6 ~ 5.3	1110	105 ~ 1600	3.6	5.9	1282	VB140FAFH450423	
	エアコン2-4	6.7	0.6 ~ 10.2	1580	105 ~ 3670	4.2	5.6	0.6 ~ 6	1850	105 ~ 2020	3.0	5.7	1858		

### 2.1.3 風量変化に応じた COP 測定（測定方法①）

エアコンの COP 測定は COP 簡易測定法<sup>文1)</sup>により行う。

測定対象エアコンのリモコン風量設定は風量自動とし、外気温、暖冷房負荷を変化させて電力消費量を測定し、COP を算出する。外気温は暖房時：-5～15[℃]、冷房時：24～38[℃]とする。実験は暖冷房負荷として、室内温度を暖房時：0[℃]、冷房時：40[℃]と設定し、室内温度が設定温度に達し次第、測定対象エアコンを運転させる。測定対象エアコンが稼働し、出力が一定となり定常運転となった後、室内側チャンバーの温度調整用空調機を停止させ、測定対象エアコンのみで空調を行う。室温はエアコン設定温度へ次第に近づき、それに従ってエアコンの出力は減少する。この間のエアコンの出力と電力消費量から COP の算出を行う。尚、測定結果はエアコンが稼働中の最大出力で定常運転となつてから OFF 運転となる直前の最小出力までの結果を用いる。

エアコンの吸込・吹出口の温湿度により、エンタルピーを算出し、吸込・吹出口のエンタルピー差と測定処理風量から暖冷房出力を算出する。暖冷房出力を測定した電力消費量で除すことで COP を算出する。

この際、室内機吹出・吸込温度は温湿度センサーと熱電対で1秒間隔で計測した値の1分間の平均値を用いる。

文1) 赤林・坂口・佐藤・浅間 「家庭用エアコン COP 簡易測定法の開発研究」  
日本建築学会技術報告集、2005年

2.1.4 風量を一定に制御したCOP測定（測定方法②）

図2.1.4.1に測定方法①でエアコン1-2の風量設定を風量3にした場合の暖冷房通常運転時の実測結果を示す。エアコンは通常運転しており、風量設定は変更させていないにも関わらず、室内機の処理風量が増える。この現象は、測定を行った表2.1.2.1に示す全ての機種において、また全てのリモコンによる風量設定で生じる。

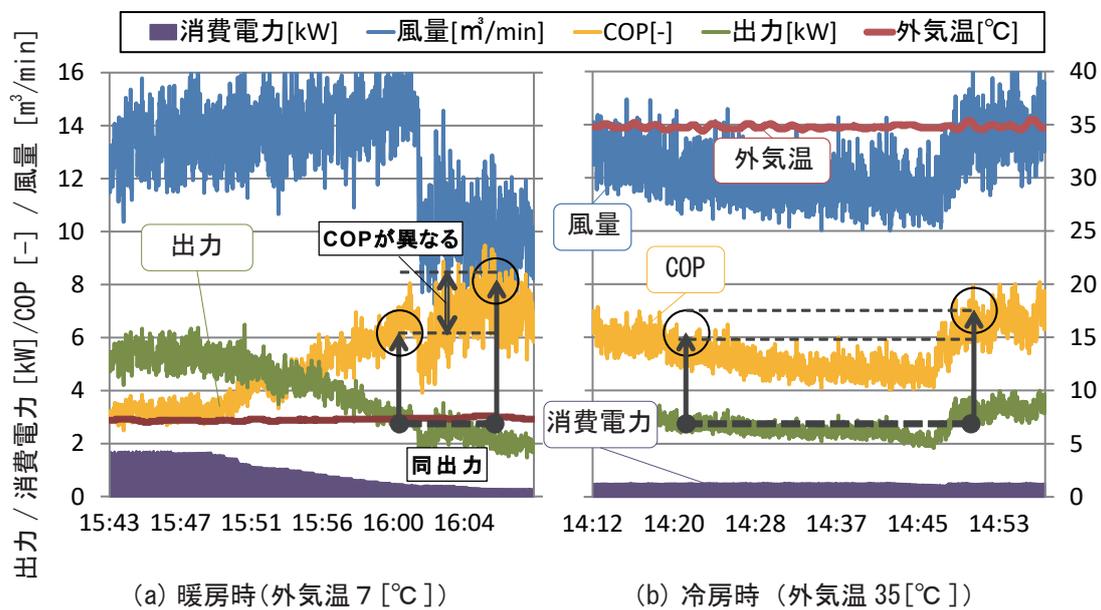


図 2.1.4.1 風量設定 3 の場合の実測値 (エアコン 1-2)

図 2.1.4.2 にエアコン 1-2 の風量設定を風量 3 にした場合の暖冷房出力と COP 及び風量  
 の関係を示す。風量の変化に応じ、同じ出力の場合でも異なる COP が測定される。そこで  
 本研究では、補助ファンでエアコンの処理風量を一定に制御し測定する方法（測定方法②）  
 より風量別に暖冷房出力、外気温と COP の関係を明らかにする。

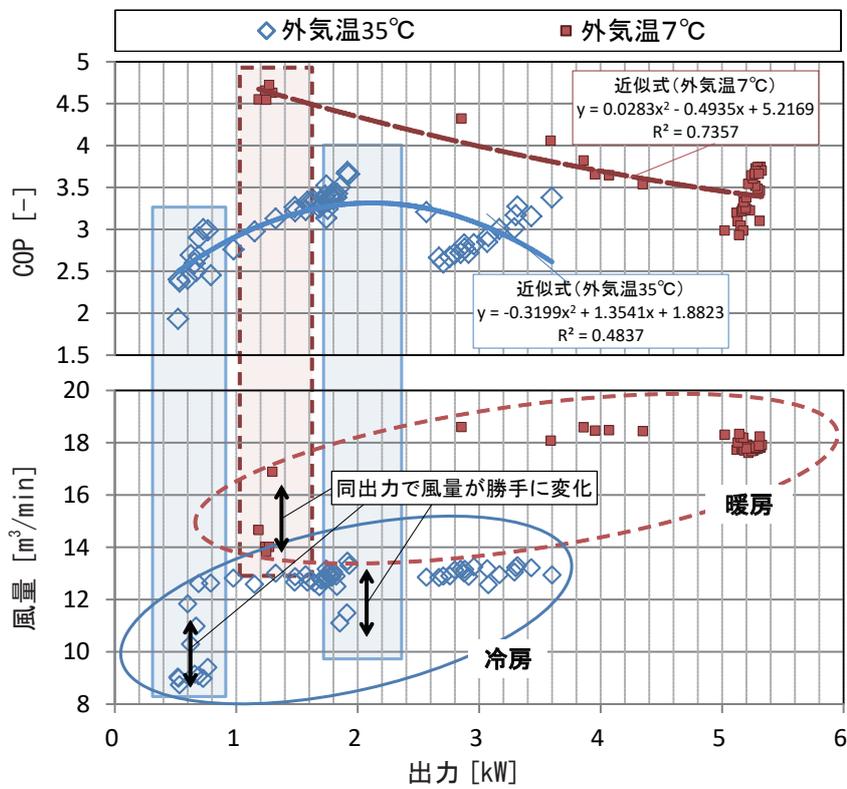


図 2.1.4.2 風量設定 3 の場合の実測値（エアコン 1-2）

図 2.1.4.3 に測定方法②の測定装置の概要に示す。測定方法②では測定対象エアコン室内機吹出口の寸法に合わせて作成した亜鉛引き鉄板のアタッチメントを設置し、アルミ製フレキシブルダクトで風量測定装置に接続する。更にシロッコファンを風量測定装置の先に直列に接続し、処理風量を風量測定装置で計測し、風量測定装置のファンで風量を段階的に制御する。予備実験により測定方法②で一定に制御する風量を決定する。予備実験は、測定対象エアコン室内機の送風ファンの風量をリモコンにより設定（静、1～4）し、外気温、冷暖房負荷を変化させ、測定した風量から風量制御時の処理風量を決定する。

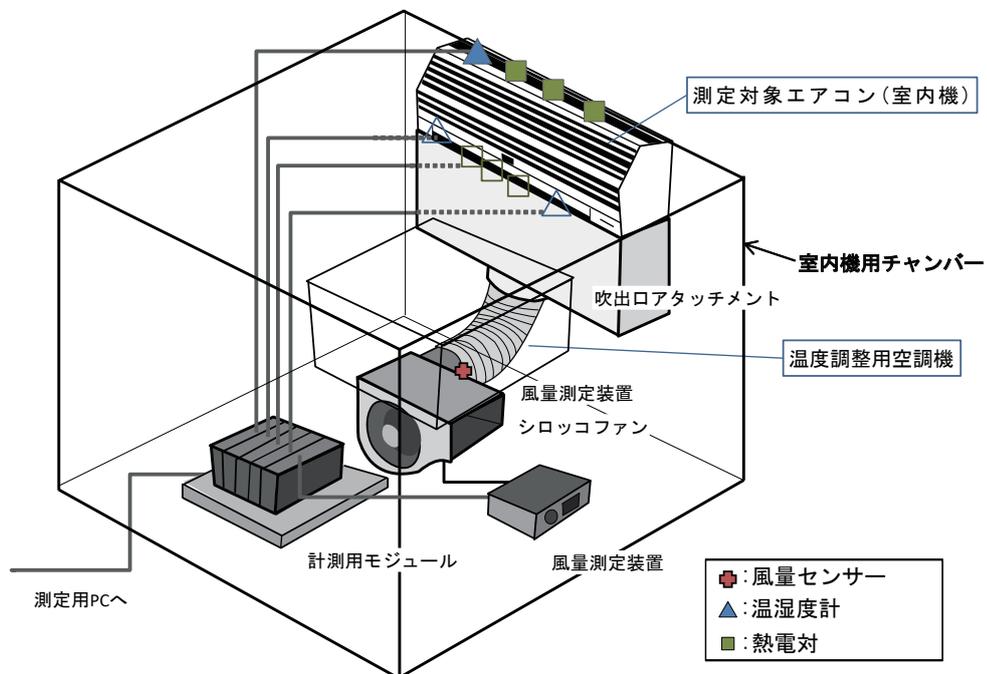


図 2.1.4.3 測定装置の概要（測定方法②）

### 2.1.5 エアコンの循環処理風量の測定方法

図 2.1.5.1 にサーミスタ風速計による室内機循環処理風量の測定に関する予備実験、図 2.1.5.2 に風速計電圧と室内機循環処理風量の関係を示す。予備実験として、測定対象エアコン室内機吹出口の寸法に合わせて作成した亜鉛引き鉄板のアタッチメントを設置し、アルミ製フレキシブルダクトで風量測定装置に接続する。更にシロッコファンを風量測定装置の先に直列に接続し、処理風量を風量測定装置で計測する。風量測定装置のファンで風量を変化させ、同時に室内機の吸込口に設置したサーミスタ風速計で風速を測定する。吸込口風速と吹出風量の関係から、処理風量を算出する。

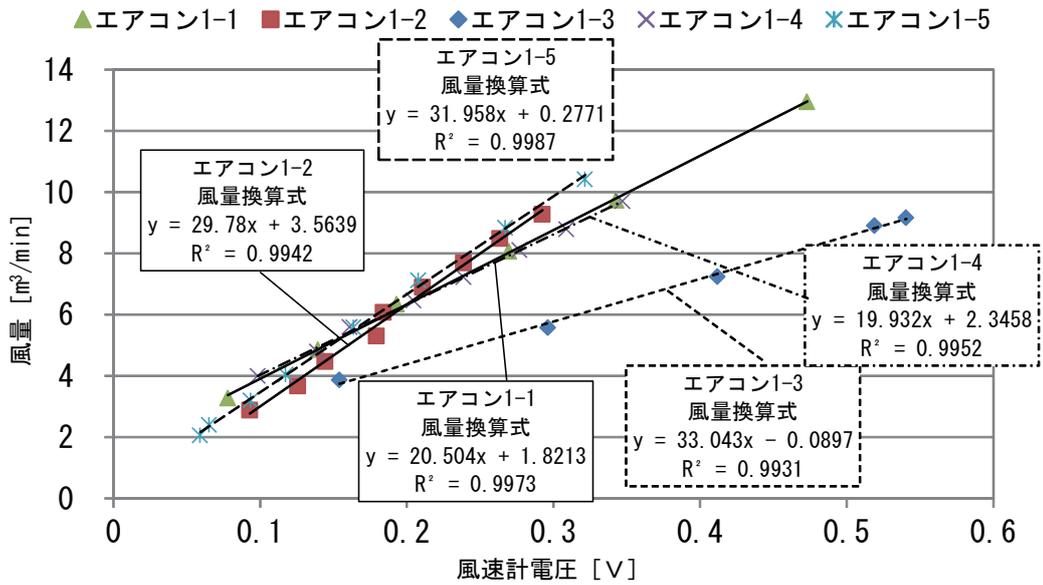


(a) 風量測定装置操作盤

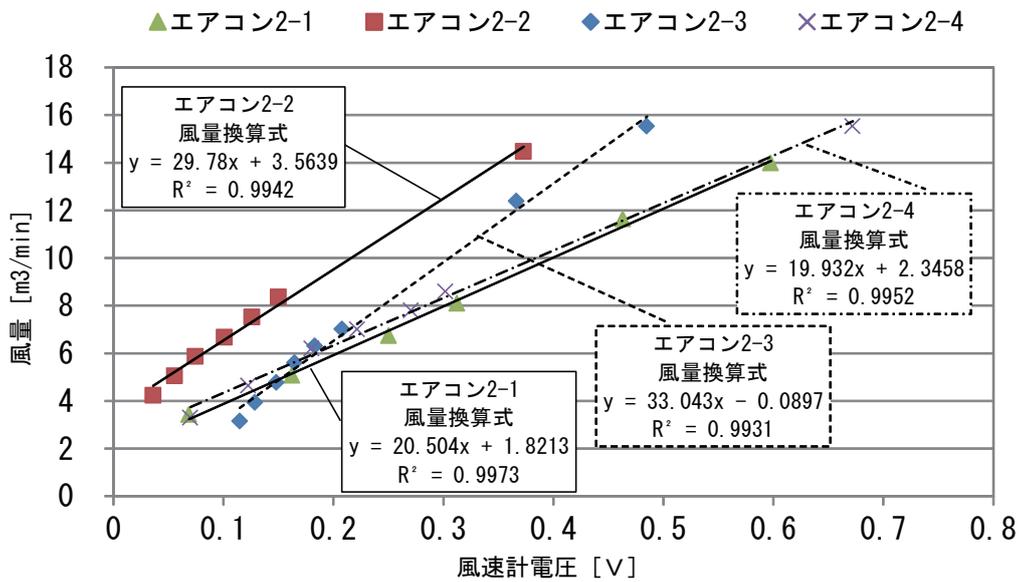


(b) 風量測定装置

図 2.1.5.1 サーマスタ風速計による室内機循環処理風量の測定に関する予備実験



(a) A社製



(b) B社製

図 2.1.5.2 風速計電圧と室内機循環処理風量の関係

### 2.1.6 測定条件及び COP マトリックスの作成方法

2.1.3 及び 2.1.4 により測定を行った各外気温、暖冷房出力と COP の関係から回帰式を求め、COP マトリックスの作成を行う。測定結果から外気温 0.1℃、出力 0.1kW 毎に COP をマトリックス内にプロットし、測定結果が無い条件は周囲の値から回帰式を求め、補間する。

表 2.1.6.1 に測定条件及び COP マトリックス作成条件を示す。測定方法①で COP マトリックス測定実験を行ったところ、A 社製エアコンは実使用時に、風量設定は変更させていないにも関わらず、勝手に処理風量が増える。風量の変化に応じ、同じ出力の場合でも異なる COP が測定されるため、エアコン 1-2 及びエアコン 1-5 では測定した処理風量別に分類し、COP マトリックスを作成する。

又、エアコン 1-1・1-3・1-4・2-1・2-2・2-3・2-4 の 7 機種ではリモコンにより風量（風量 1～4、静、風量自動等）を設定して予備実験を行い、測定された風量をもとに、測定方法②で一定に制御する風量を決定する。これらの 7 機種を対象とした COP 測定実験では、風量自動運転時は測定方法①を、風量別運転時は測定方法②を用いて測定を行う。

表 2.1.6.1 測定条件および COP マトリックス作成条件

A 社	項目	暖房時		冷房時		
	エアコン設定温度 [°C]	22		22		
	風量設定 (送風ファン)	4 / 3 / 2 / 1 / 静		4 / 3 / 2 / 1 / 静		
	処理風量 [m <sup>3</sup> /min]	エアコン1-2	21-17/17-12/12-9/9-7		25-21/21-18/18-15/15-12	
		エアコン1-5	21-15/15-12/12-9/9-6/6-3		19-15/15-13/13-9/9-7/7-4	
	空調負荷 (室内温度) [°C]	0 ~ 23		27 ~ 40		
	外気温 [°C]	- 2 ~ 15		24 ~ 38		
	項目	暖房時		冷房時		
	エアコン設定温度 [°C]	22		28		
	風量設定 (送風ファン)	4	自動	4	自動	
処理風量 [m <sup>3</sup> /min]	エアコン1-1	4/8/12	-	4/8/14	-	
	エアコン1-3	8.5/10/11.5/14.5	-	7.5/10/11.5/13/14.5	-	
	エアコン1-4	5/9.5/15	-	7/14/16	-	
空調負荷 (室内温度) [°C]	0 ~ 23		27 ~ 40			
外気温 [°C]	- 5 ~ 15		24 ~ 38			
B 社	項目	暖房時		冷房時		
	エアコン設定温度 [°C]	20		27		
	風量設定 (送風ファン)	静 / 1 / 2 / 3	自動	静 / 1 / 2 / 3	自動	
	処理風量 [m <sup>3</sup> /min]	エアコン2-1	4/7.5/12.1	-	4/8/11	-
		エアコン2-2	4/7.5/9.5/12.5	-	4/8/11/13.5	-
		エアコン2-3	4/7.5/9.5/13.9	-	4/7/9.5/11.8	-
		エアコン2-4	5.5/7.5/9.5/13.9	-	7/9.5/11/13.5	-
	空調負荷 (室内温度) [°C]	0 ~ 25		25 ~ 40		
外気温 [°C]	- 5 ~ 15		24 ~ 38			

### 2.1.7 風量合成 COP マトリックスの作成方法

図 2.1.7.1 に風量合成 COP マトリックスの作成方法の概要を示す。測定方法②によって風量別に作成した COP マトリックスを対象に外気温 0.1℃、出力 0.1kW 毎に同じ外気温、出力時の COP を比較する。COP が最も高い値を抽出することで新たな COP マトリックス（風量合成 COP マトリックス）を作成する。

風量合成 COP マトリックスの作成対象は表 2.1.6.1 に示した A 社製エアコン 1-1、1-3、1-4 と B 社製エアコン 2-1、2-2、2-3、2-4 の 7 機種とする。

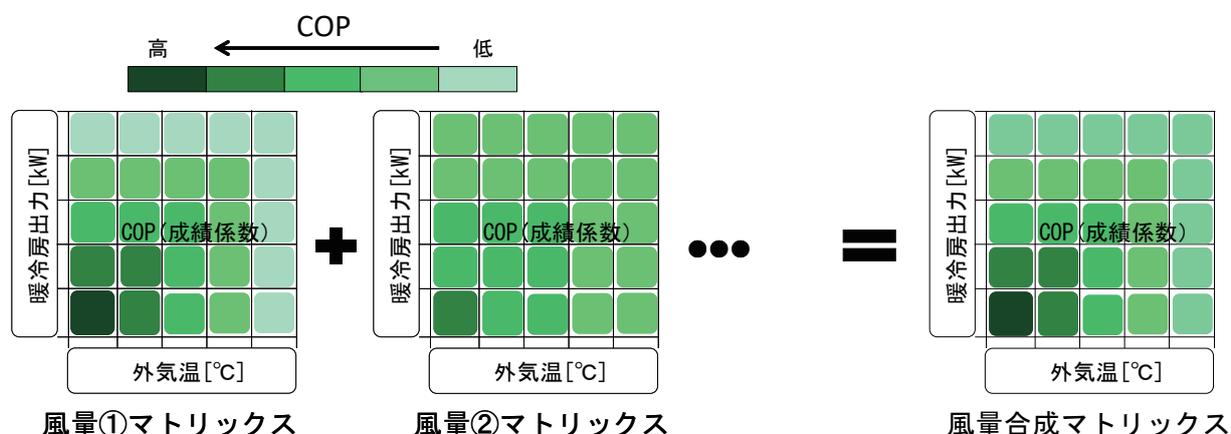


図 2.1.7.1 風量合成 COP マトリックスの作成方法の概要

第2章 COP 測定結果

2.2.1 暖冷房出力と COP、風量及び圧縮機のインバータ周波数との関係

表 2.1.2.1 に示した A 社製家庭用エアコン（2013 年製）と B 社製エアコン（2015 年製）を対象とし、測定を行う。

実験時のエアコン設定温度を A 社製エアコンは暖房時 22 [°C]、冷房時 28 [°C] とし、B 社製エアコンは JIS のエアコンの性能試験時と同様の暖房時 20 [°C]、冷房時 27 [°C] とする。A 社製と B 社製家庭用エアコンの比較を行い、家庭用エアコンの機器特性の違いを明らかにする。

表 2.1.2.1 測定対象の A 社製及び B 社製家庭用エアコン 9 台の仕様

		性能													
		暖房						冷房						APF [-]	期間消費電力 [kWh]
		出力[kW]		消費電力[W]		COP [-]	出力[kW]		消費電力[W]		COP [-]				
		定格	範囲	定格	範囲	定格	定格	範囲	定格	範囲	定格				
A社	エアコン1-1	2.5	0.3 ~ 5.9	420	105 ~ 1480	6.0	2.2	0.4 ~ 3.4	395	110 ~ 780	5.6	7.2	612		
	エアコン1-2	3.6	0.3 ~ 9.5	710	105 ~ 3300	5.1	2.8	0.4 ~ 4.2	585	110 ~ 1100	4.8	7.0	802		
	エアコン1-3	5.0	0.4 ~ 11.6	1025	110 ~ 3960	4.9	4.0	0.5 ~ 5.4	1010	120 ~ 1720	4.0	6.7	1196		
	エアコン1-4	6.7	0.4 ~ 11.7	1720	110 ~ 3960	4.0	5.6	0.5 ~ 5.7	2190	120 ~ 2220	2.6	5.6	2004		
	エアコン1-5	8.5	0.4 ~ 11.9	2630	110 ~ 3990	3.2	7.1	0.5 ~ 7.2	2990	120 ~ 3080	2.4	4.9	2903		
B社	エアコン2-1	2.5	0.6 ~ 5.2	465	105 ~ 1480	5.4	2.2	0.6 ~ 3.4	440	105 ~ 880	5.0	6.9	603		
	エアコン2-2	2.8	0.6 ~ 5.2	525	105 ~ 1480	5.3	2.5	0.6 ~ 3.5	520	105 ~ 910	4.8	6.7	706		
	エアコン2-3	5.0	0.6 ~ 9.9	1090	105 ~ 3670	4.6	4.0	0.6 ~ 5.3	1110	105 ~ 1600	3.6	5.9	1282		
	エアコン2-4	6.7	0.6 ~ 10.2	1580	105 ~ 3670	4.2	5.6	0.6 ~ 6	1850	105 ~ 2020	3.0	5.7	1858		

図 2.2.1.1～図 2.2.1.3 に暖冷房出力と COP・風量及び圧縮機のインバータ周波数の関係（A社：エアコン1-4、B社：エアコン2-4、風量自動）を示す。

暖房運転時はA社製エアコンのCOPは出力が約2.0 [kW] で最大となるのに対し、B社製エアコンは出力が約4.0 [kW] で最大となる。又、どちらのエアコンもCOPは最大となった後、出力が増加するにつれて徐々に低下し、出力が約5.5～6.0 [kW] の範囲で再び上昇する傾向がある。処理風量を比較するとA社製エアコンの方が比較的多く、どちらのエアコンも約6.0～12[m<sup>3</sup>/min] の範囲で変化する。圧縮機のインバータ周波数は出力が約2.0～5.0 [kW] の範囲ではA社製エアコンの方が高い値となる。どちらのエアコンも概ね60～300 [Hz] の範囲で変化する傾向がある。

冷房運転時はA社製エアコンは出力が約2.5 [kW] でCOPが約1.5と最小となり、B社製エアコンは出力が約2.0 [kW] でCOPが約2.2と最小となる。B社製エアコンのCOPの方が相対的に高い。又、どちらのエアコンもCOPが最小となった出力から、出力が増加するに従って徐々に上昇する傾向がある。同外気温、同出力の場合、B社製エアコンのCOPはA社製エアコンのCOPより約1程度高い。処理風量はどちらのエアコンもほぼ同様であり、約7.0～14[m<sup>3</sup>/min] の範囲で変化する。周波数はA社製エアコンは160～250 [Hz]、ME社製エアコンは100～230 [Hz] の範囲で変化する傾向があり、A社製エアコンの方が概ね高い値となる。

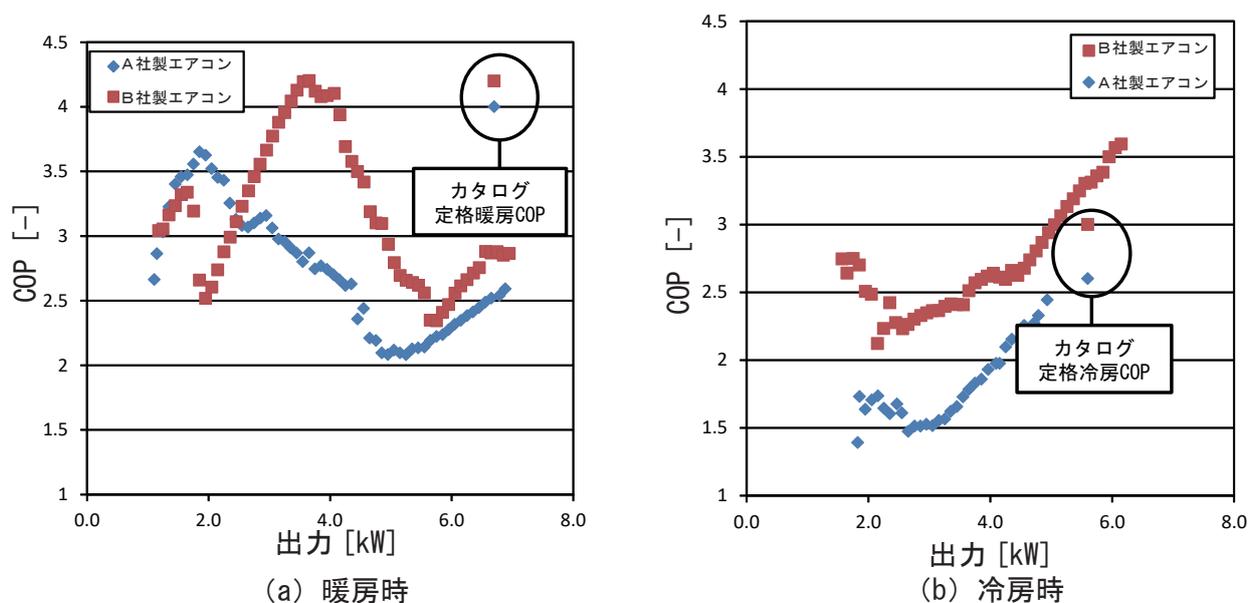
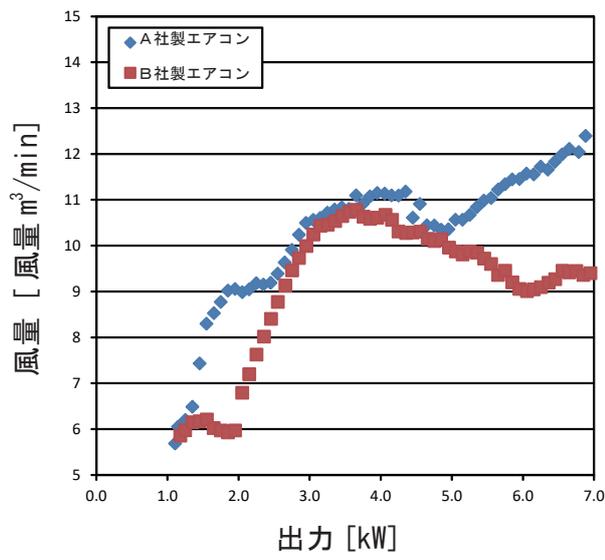
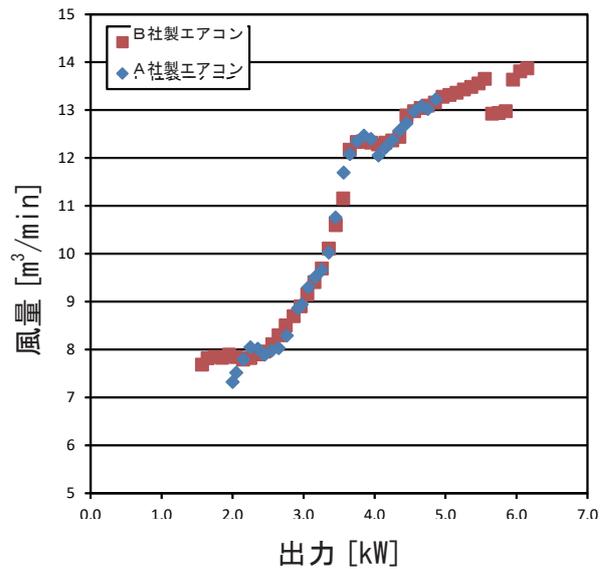


図 2.2.1.1 出力と COP の関係（A社：エアコン1-4、B社：エアコン2-4、風量自動）

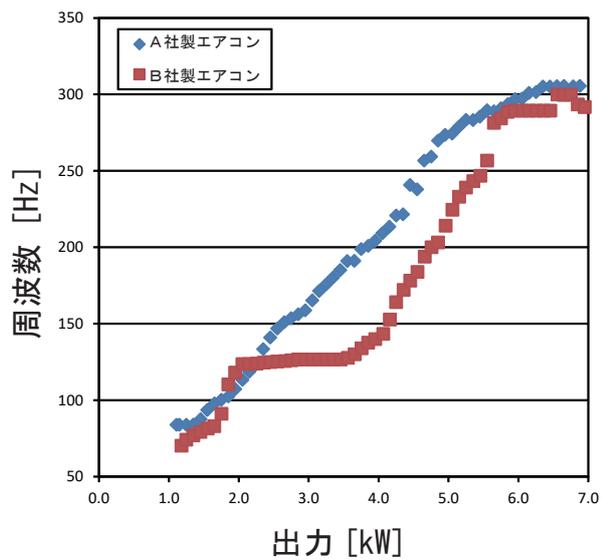


(a) 暖房時

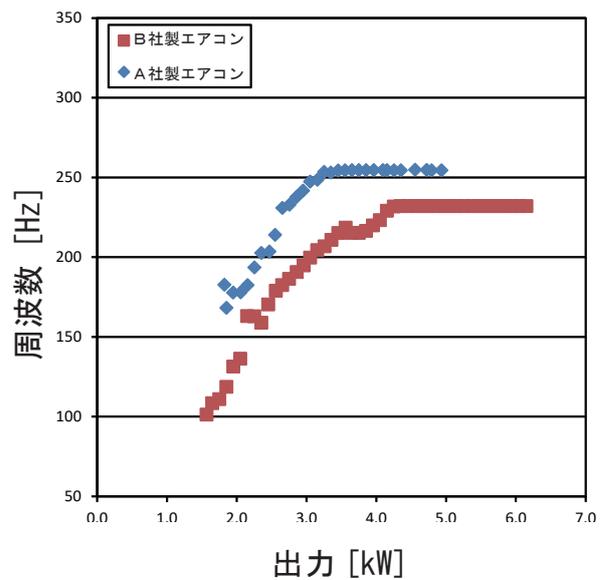


(b) 冷房時

図 2.2.1.2 出力と風量の関係 (A社: エアコン 1-4、B社: エアコン 2-4、風量自動)



(a) 暖房時



(b) 冷房時

図 2.2.1.3 出力と圧縮機のインバータ周波数の関係 (A社: エアコン 1-4、B社: エアコン 2-4、風量自動)

図 2.2.1.4～図 2.2.1.6 に暖冷房出力と COP・風量及び圧縮機のインバータ周波数の関係（A社：エアコン 1-3、B社：エアコン 2-3、風量自動）を示す。

暖房運転時は両機種共に COP は出力が約 2.0 [kW] で最大となる。又、どちらのエアコンも COP は最大となった後、出力が増加するにつれて徐々に低下する傾向がある。処理風量を比較すると A 社製エアコンの方が相対的に多い。A 社製エアコンの最大値は約 12[m<sup>3</sup>/min] であるのに対して、B 社製エアコンは最大で約 8[m<sup>3</sup>/min] となっている。圧縮機のインバータ周波数はどちらのエアコンも概ね 50～300 [Hz] の範囲で変化する傾向がある。

冷房運転時はどちらのエアコンも測定された最大出力時に COP も最大となる。A 社製エアコンの COP の方が相対的に高く、同外気温、同出力の場合、A 社製エアコンの COP は B 社製エアコンの COP より常に高い。処理風量はどちらのエアコンもほぼ同様であり、約 7.0～12[m<sup>3</sup>/min] の範囲で変化する。周波数は A 社製エアコンは 80～140 [Hz]、B 社製エアコンは 80～180 [Hz] の範囲で変化する傾向があり、B 社製エアコンの方が概ね高い値となる。

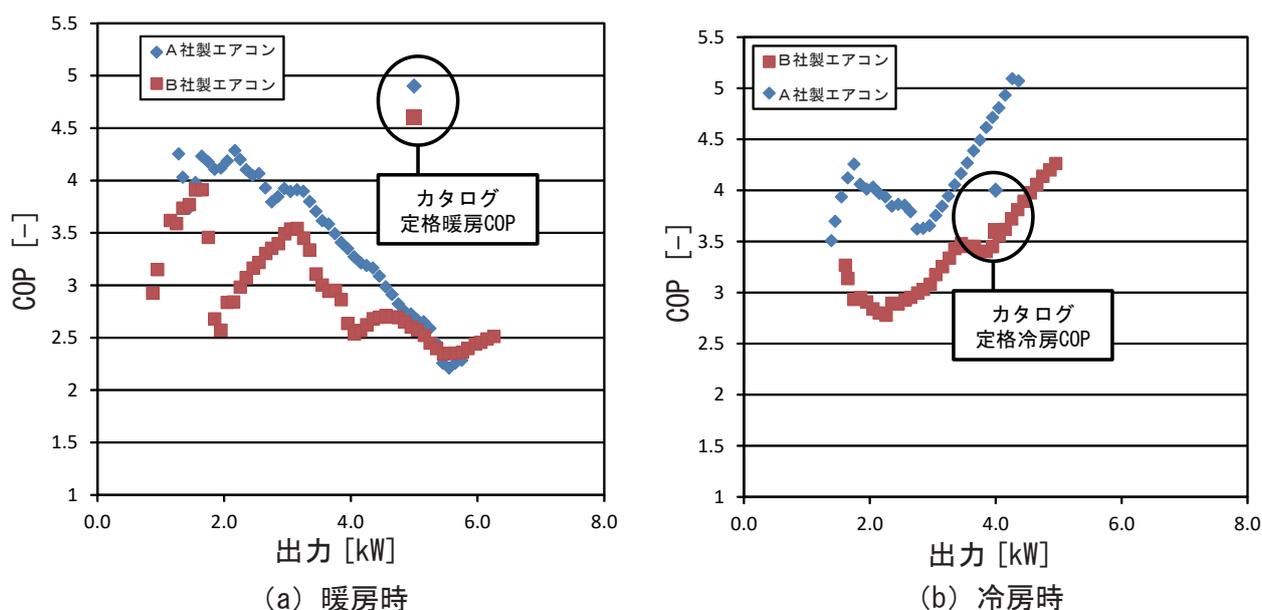
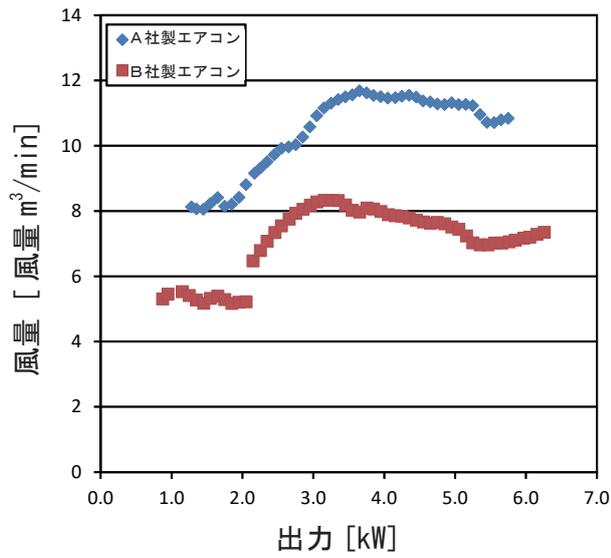
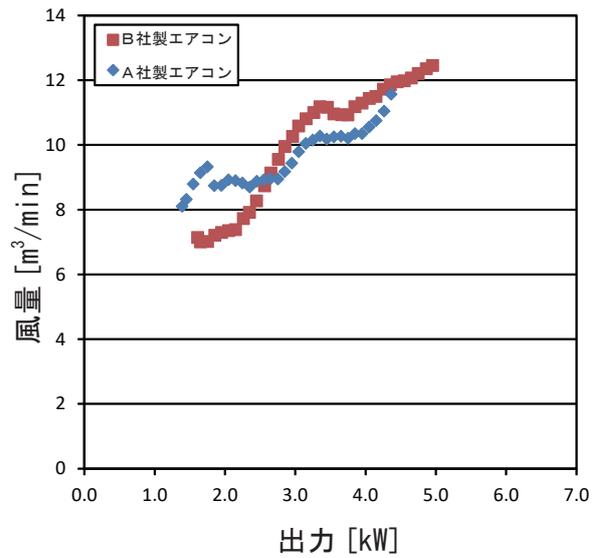


図 2.2.1.4 出力と COP の関係（A社：エアコン 1-3、B社：エアコン 2-3、風量自動）

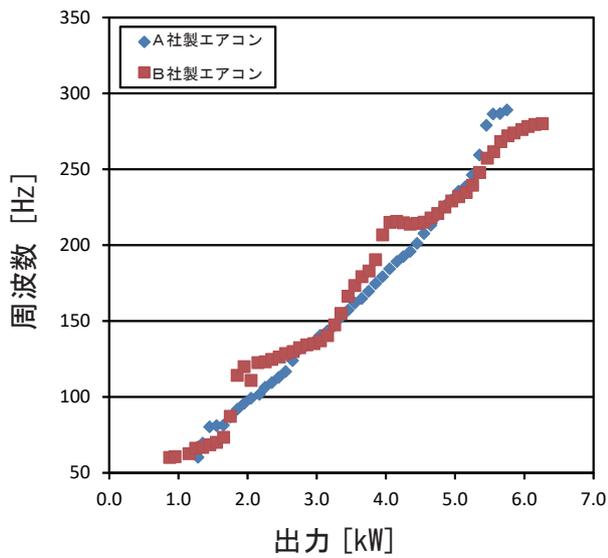


(a) 暖房時

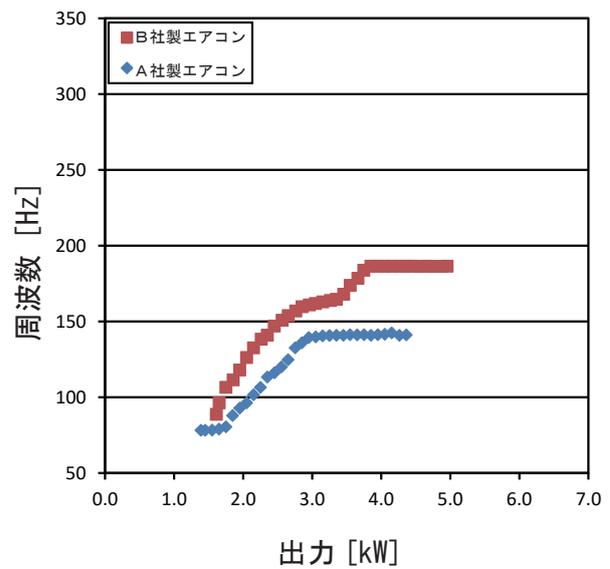


(b) 冷房時

図 2.2.1.5 出力と風量の関係 (A社 : エアコン 1-3、B社 : エアコン 2-3、風量自動)



(a) 暖房時



(b) 冷房時

図 2.2.1.6 出力と圧縮機のインバータ周波数の関係  
(A社 : エアコン 1-3、B社 : エアコン 2-3、風量自動)

図 2.2.1.7～図 2.2.1.9 に暖冷房出力と COP・風量及び圧縮機のインバータ周波数の関係（A社：エアコン 1-1、B社：エアコン 2-1、風量自動）を示す。

暖房運転時はA社製エアコンとB社製エアコンを比較すると大きな違いが見られる。A社製エアコンは出力が約 4.0[kW] 測定されるのに対して、B社製エアコンは約 2.5[kW] と相対的に低い。COP も最大で 2.0 程度の差となる場合もある。処理風量に関してもA社製エアコンの最大値は約 10[m<sup>3</sup>/min] であるのに対して、B社製エアコンは最大で約 6[m<sup>3</sup>/min] となっている。圧縮機のインバータ周波数はA社製エアコンの方が高い値となり、最大値の差は 100[Hz] 程度となる。

冷房運転時も暖房時と同様にA社製エアコンの方がCOPが高い範囲が多いが、低出力部（1.5[kW] 以下）ではB社製エアコンの方が高い値となる。処理風量はどちらのエアコンもほぼ同様であり、約 4.0～10[m<sup>3</sup>/min] の範囲で変化する。周波数はB社製エアコンは 60～240 [Hz]、A社製エアコンは常に 100 [Hz] 以下の範囲で変化する傾向があり、B社製エアコンの方が概ね高い値となる。

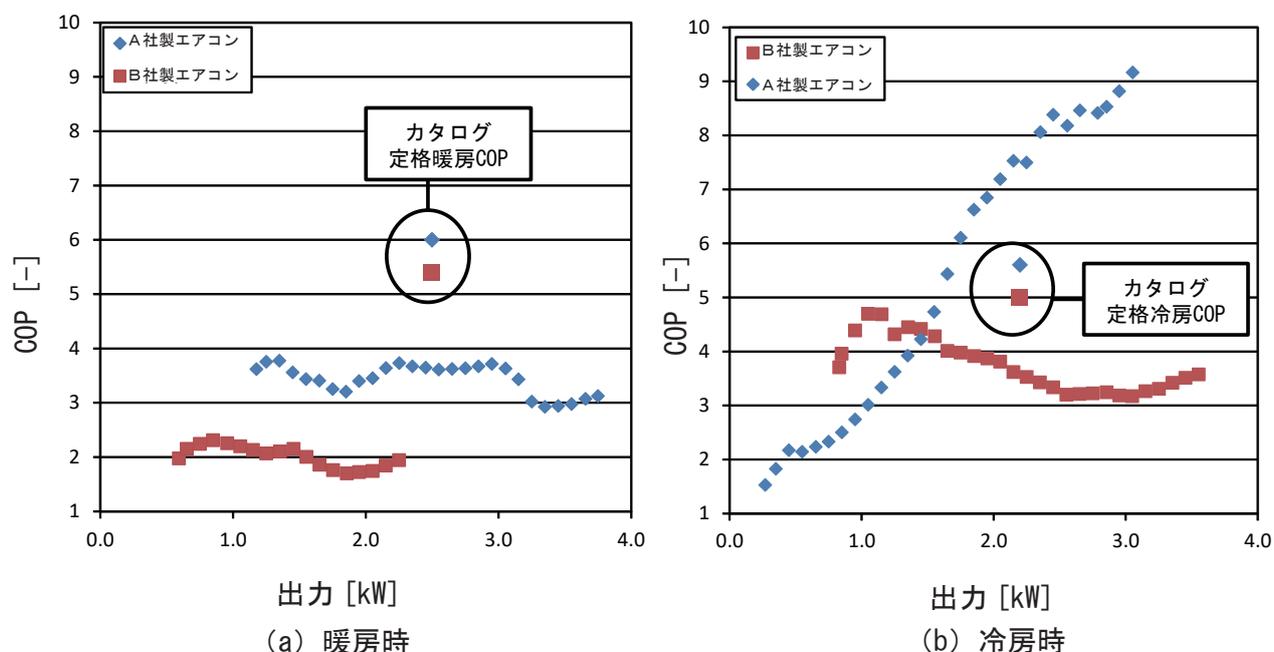
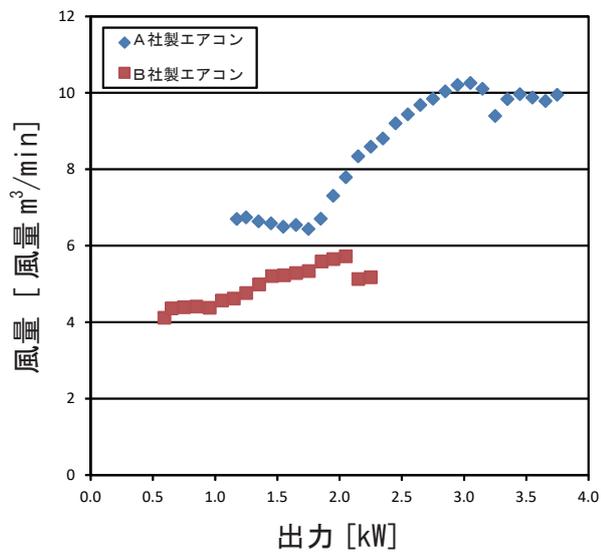
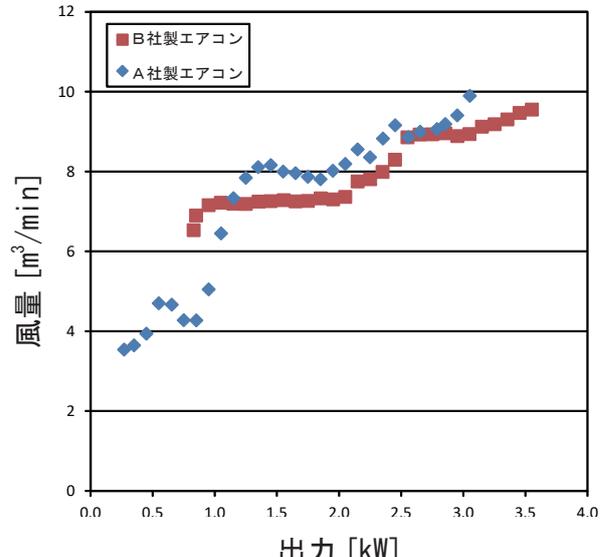


図 2.2.1.7 出力と COP の関係（A社：エアコン 1-1、B社：エアコン 2-1、風量自動）

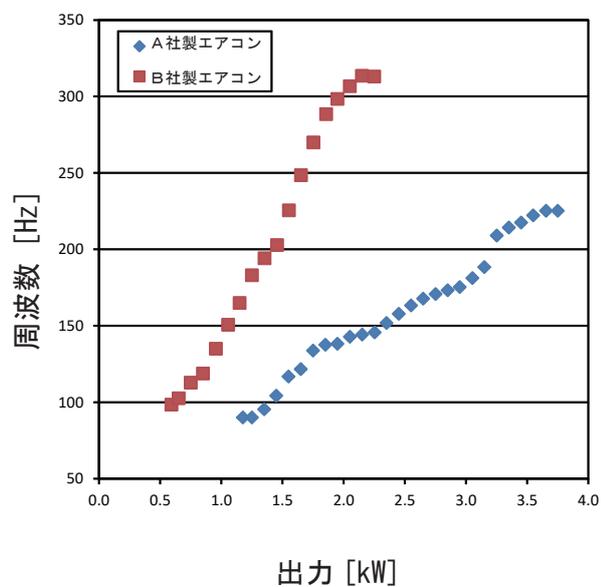


(a) 暖房時

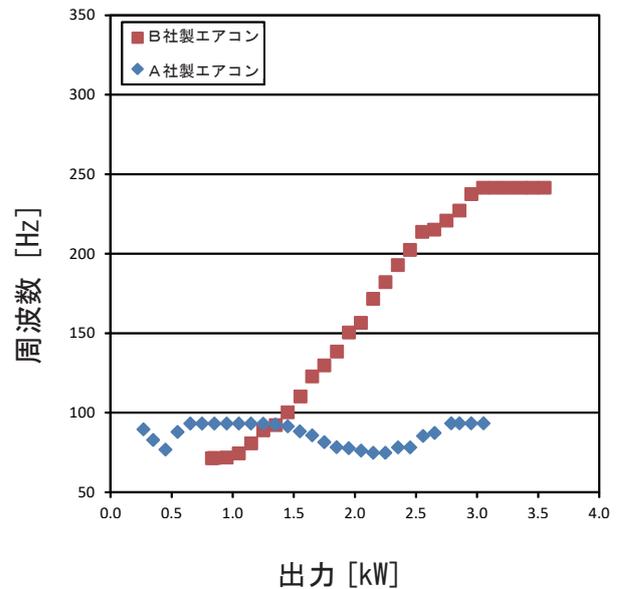


(b) 冷房時

図 2.2.1.8 出力と風量の関係 (A社: エアコン 1-1、B社: エアコン 2-1、風量自動)



出力 [kW]  
(a) 暖房時



出力 [kW]  
(b) 冷房時

図 2.2.1.9 出力と圧縮機のインバータ周波数の関係  
(A社: エアコン 1-1、B社: エアコン 2-1、風量自動)

## 2.2.2 COP マトリックス

### 2.2.2.1 測定方法①による COP マトリックス

#### 2.2.2.1.1 風量を制御した場合の COP マトリックスの測定結果

エアコン1-5（A社製：定格暖房出力8.5kW）の暖房運転時：図2.2.2.1.1.1に、エアコン1-5の暖房運転時のCOPマトリックスを示す。外気温を-2、0、2、5、7、9、11、13、15[°C]に調整し、±0.5[°C]（但し、外気温-2°Cでは±1°C）の時の暖房出力、COP、消費電力を測定する。実測値から風量を21-17[m<sup>3</sup>/min]、17-12[m<sup>3</sup>/min]、12-9[m<sup>3</sup>/min]、9-7[m<sup>3</sup>/min]に分類し、COPと出力の関係の近似式から算出したCOPマトリックスを作成する。

測定されたCOPマトリックスでは暖房時は外気温が高く、出力の低い方がCOPは高い。

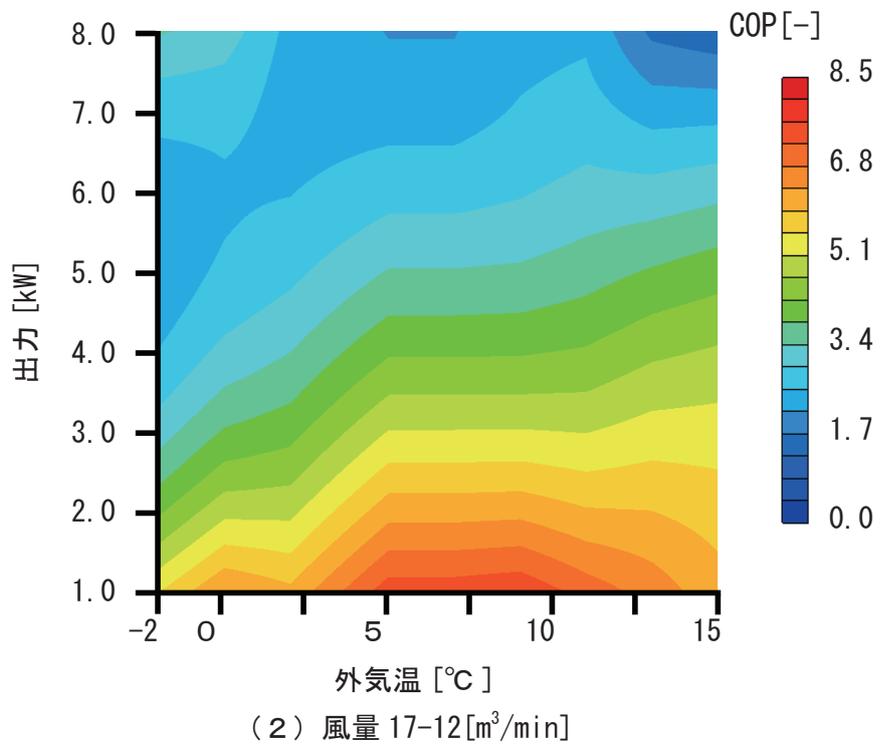
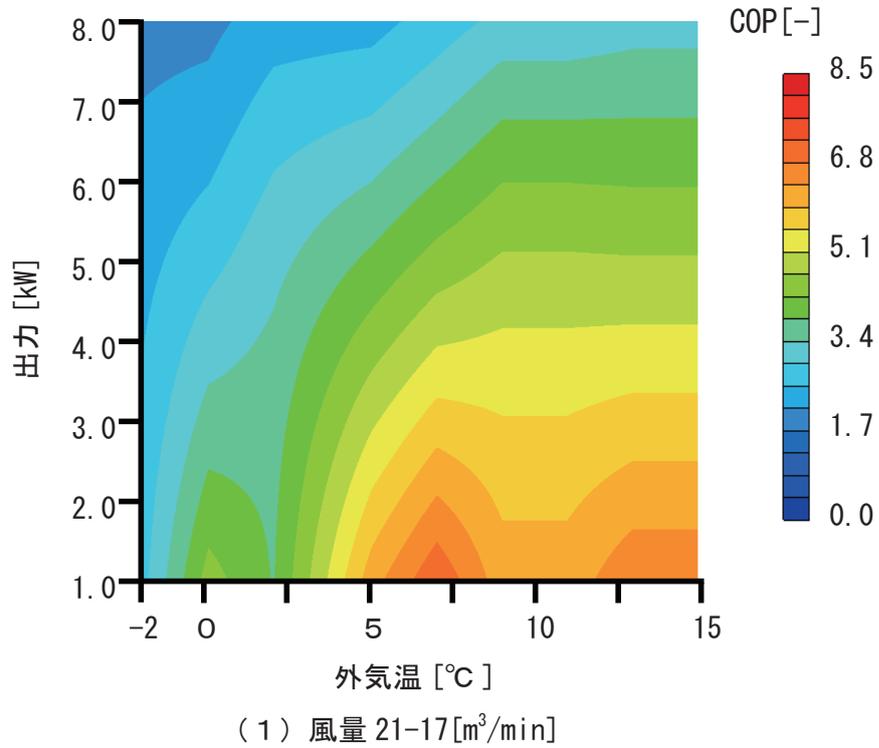


図 2.2.2.1.1.1 COP マトリックス (エアコン 1-5/ 暖房)

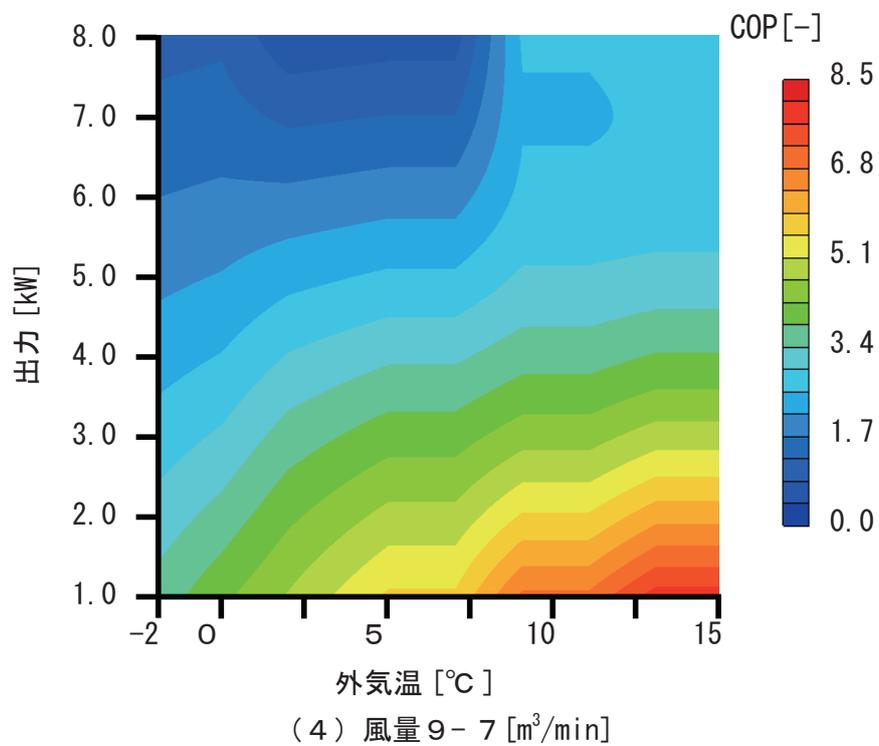
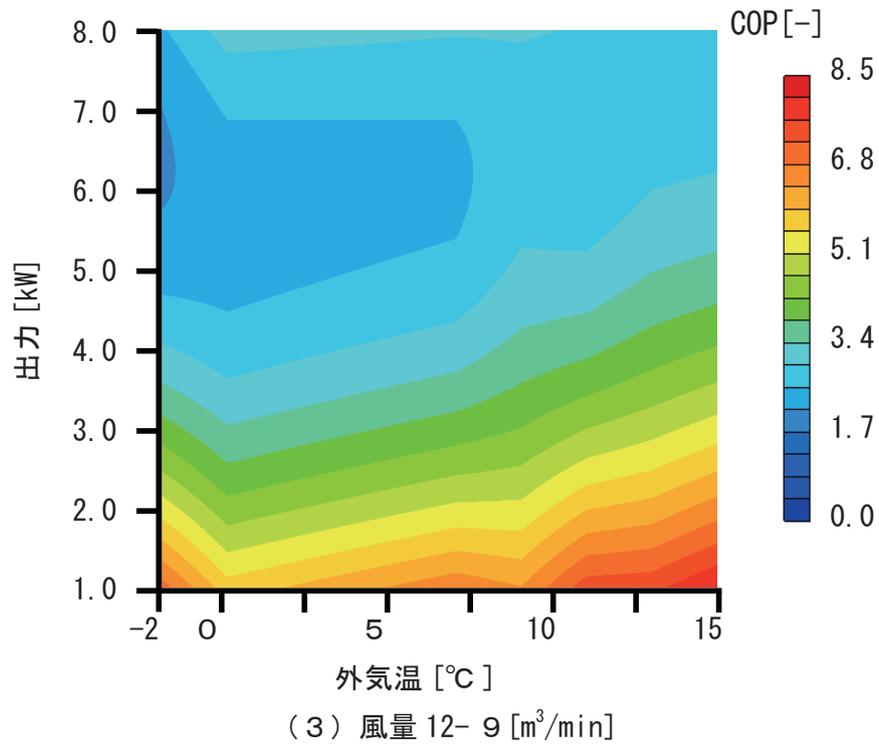


図 2.2.2.1.1.1 COP マトリックス (エアコン 1-5/ 暖房)

**エアコン 1-5 (A社製：定格冷房出力 7.1kW) の冷房運転時**：図 2.2.2.1.1.2 に、エアコン 1-5 の冷房運転時の COP マトリックスを示す。外気温を 24、26、28、30、33、35、38[°C] に調整し、± 0.5[°C] の時の冷房出力、COP、消費電力を測定する。実測値から風量を 25-21[m<sup>3</sup>/min]、21-18[m<sup>3</sup>/min]、18-15[m<sup>3</sup>/min]、15-12[m<sup>3</sup>/min] に分類し、COP と出力の関係から COP マトリックスを作成する。

測定された COP マトリックスでは冷房時は外気温が低く、出力の高い方が COP が高い。しかし、COP の高低差が不規則に存在する。

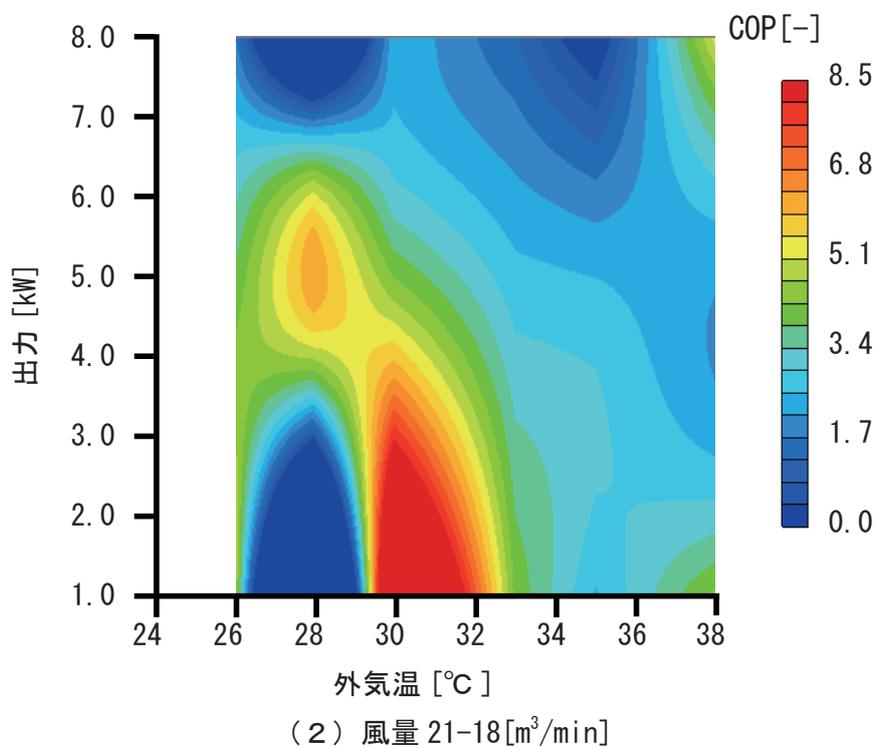
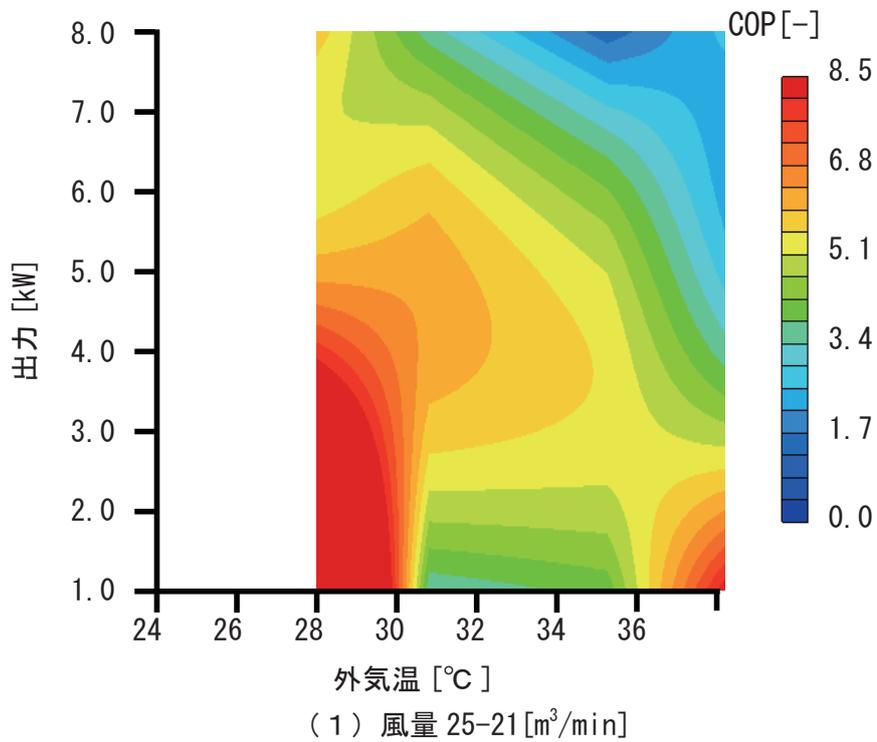
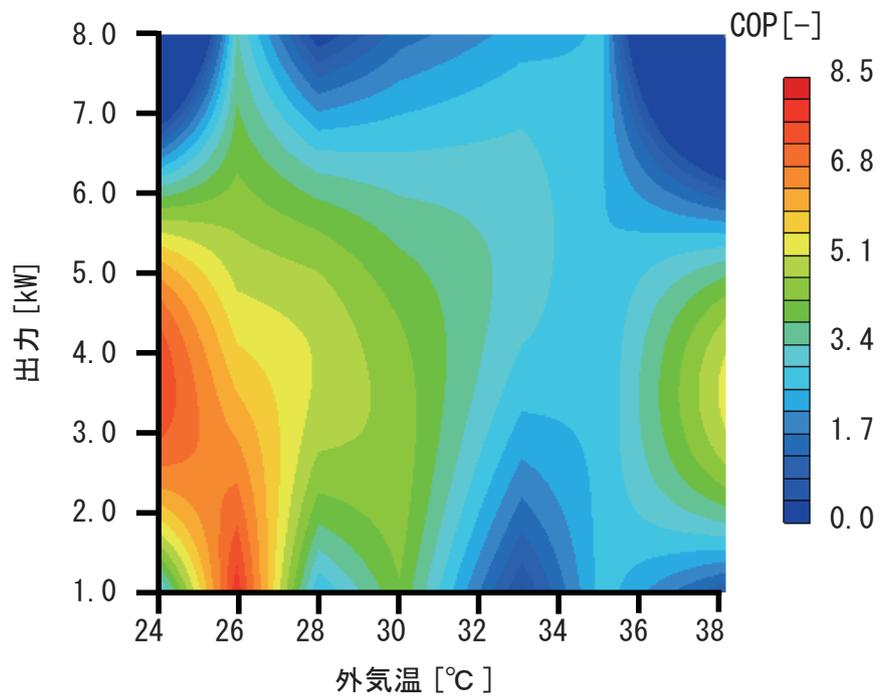
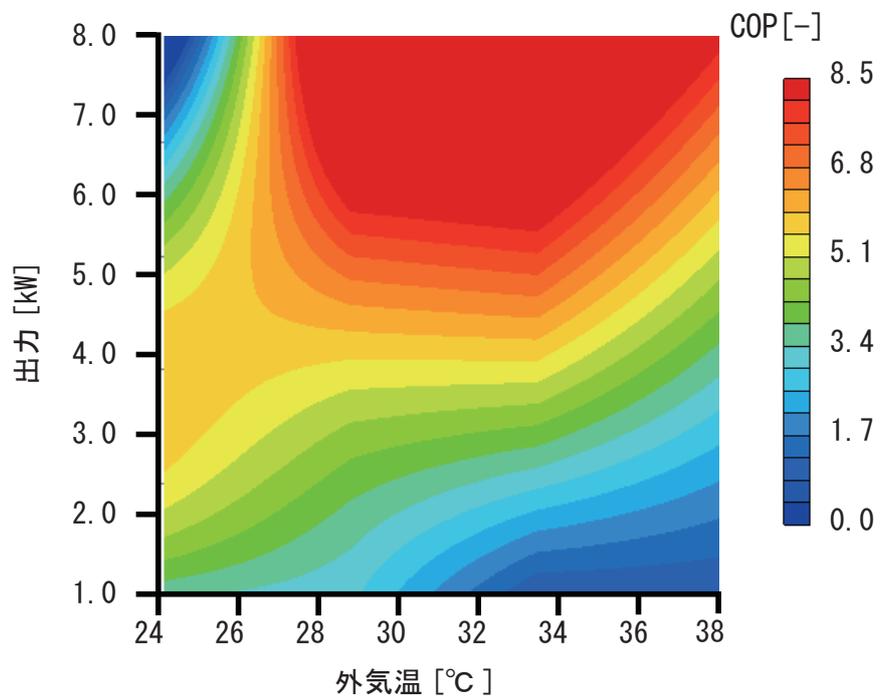


図 2.2.2.1.1.2 COP マトリックス (エアコン 1-5/ 冷房)



(3) 風量 18-15[m<sup>3</sup>/min]

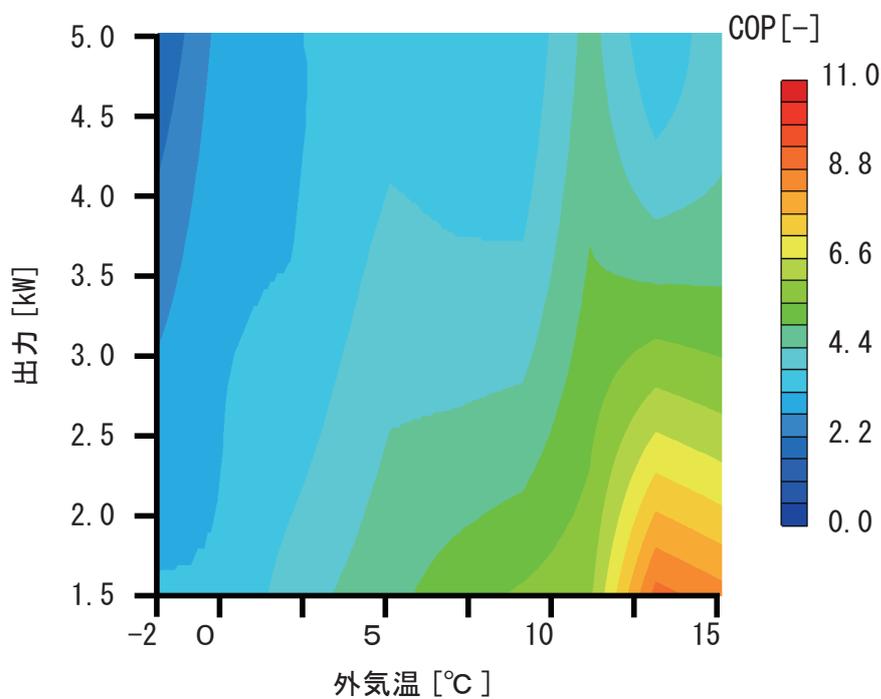


(4) 風量 15-12[m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.1.1.2 COP マトリックス (エアコン 1-5/ 冷房)

エアコン1-2（A社製：定格暖房出力3.6kW）の暖房運転時：図2.2.2.1.1.3に、エアコン1-2の暖房運転時のCOPマトリックスを示す。外気温を-2、0、2、5、7、9、11、13、15[°C]に調整し、各外気温±0.5[°C]（但し、外気温-2°Cでは±1°C）の時の暖房出力、COP、消費電力を測定する。実測値から風量を21-15[m<sup>3</sup>/min]、15-12[m<sup>3</sup>/min]、12-9[m<sup>3</sup>/min]、9-6[m<sup>3</sup>/min]、6-3[m<sup>3</sup>/min]とし、COPと出力の関係の近似式から算出したマトリックスを作成する。

最小風量の6-3[m<sup>3</sup>/min]を除く全ての風量で、暖房時は外気温が高く、出力の低い方がCOPは高い。



(1) 風量 21-15[m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.1.1.3 COP マトリックス (エアコン1-2/暖房)

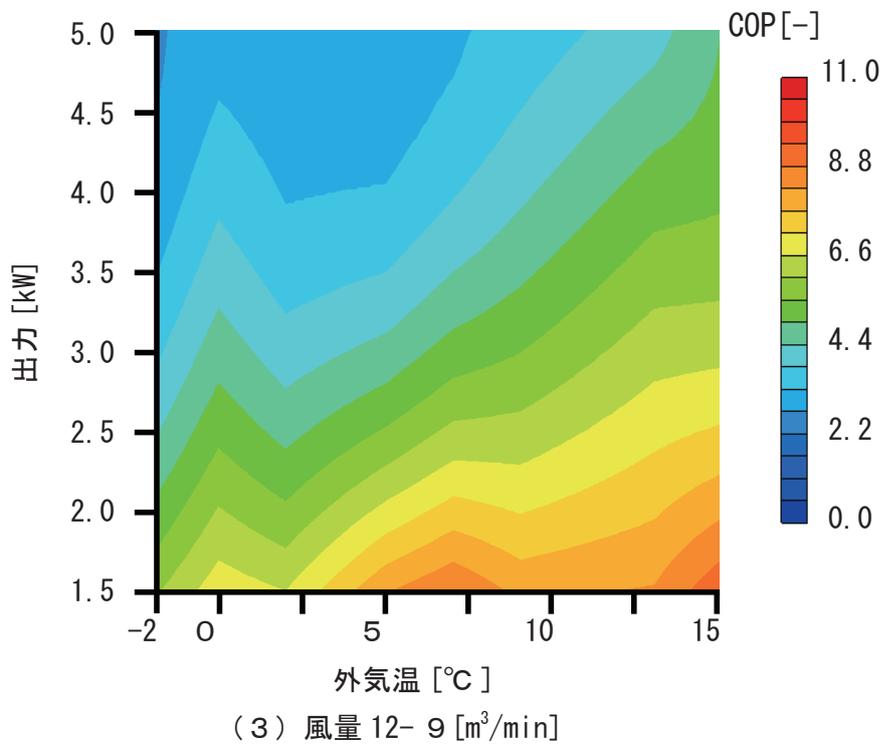
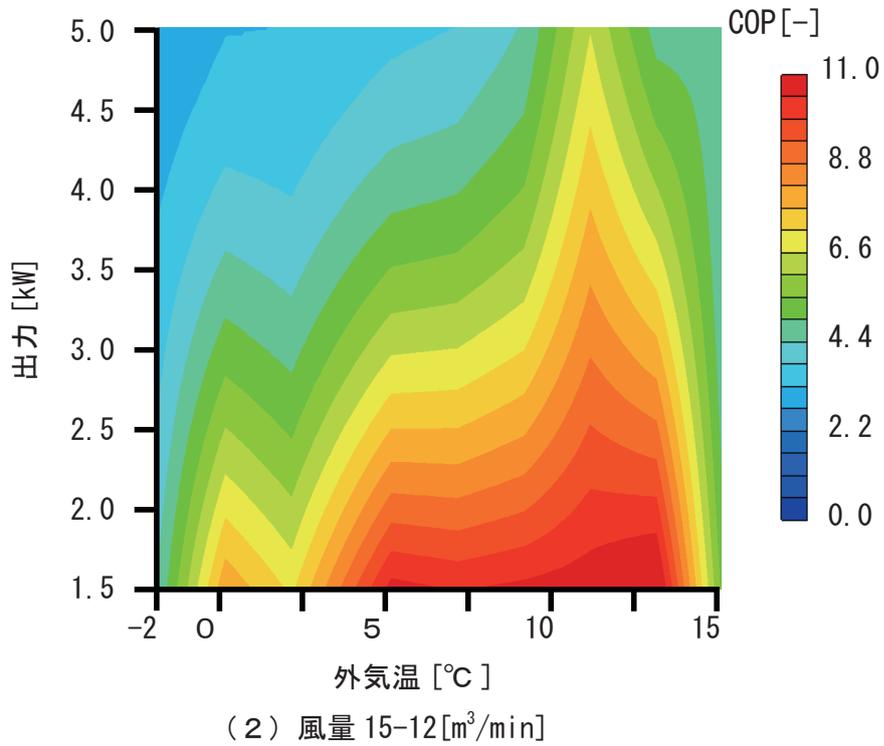


図 2.2.2.1.1.3 COP マトリックス (エアコン 1-2/ 暖房)

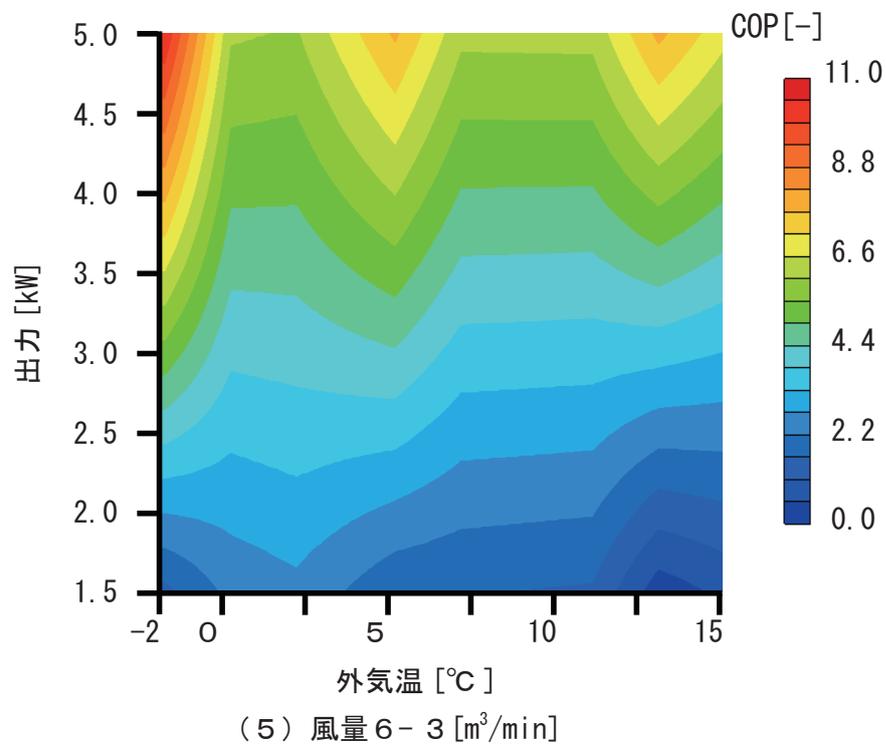
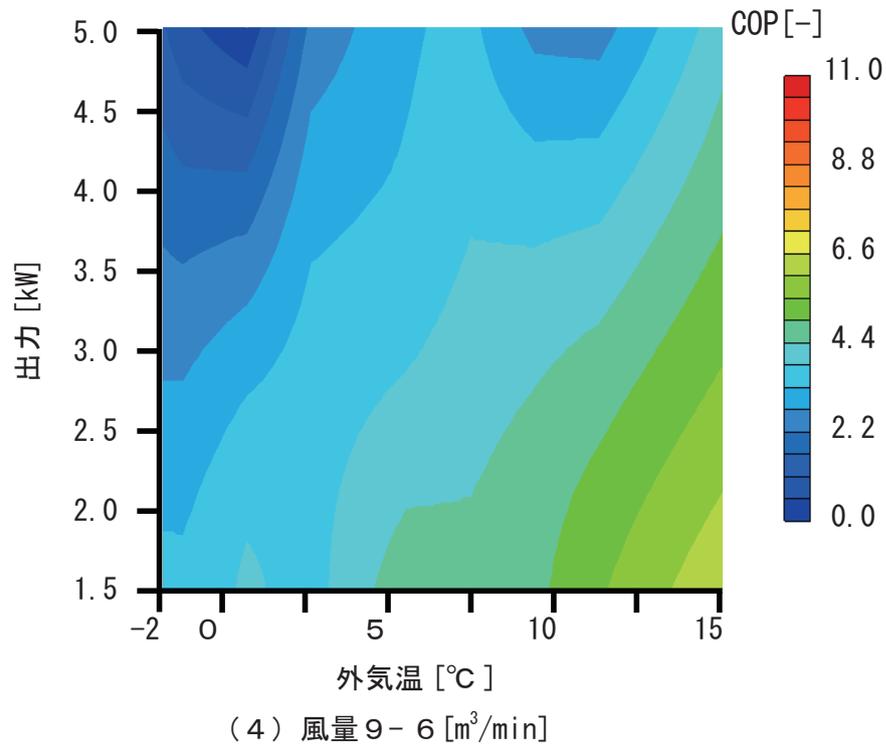
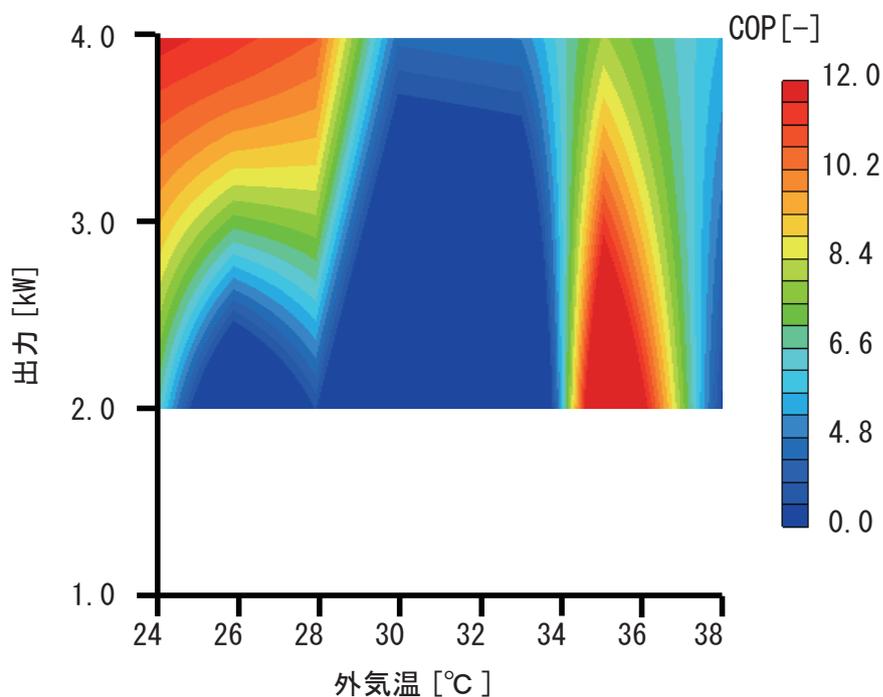


図 2.2.2.1.1.3 COP マトリックス (エアコン1-2/ 暖房)

エアコン 1-2 (A社製：定格冷房出力 2.8kW) の冷房運転時：図 2.2.2.1.1.4 に、エアコン 1-2 の冷房運転時の COP マトリックスを示す。外気温を 24、26、28、30、33、35、38[°C] に調整し、各±0.5[°C]の時の冷房出力、COP、消費電力を測定する。実測値から風量を 19-15[m<sup>3</sup>/min]、15-13[m<sup>3</sup>/min]、13- 9 [m<sup>3</sup>/min]、 9 - 7 [m<sup>3</sup>/min]、 7 - 4 [m<sup>3</sup>/min] とし、COP と出力の関係から COP マトリックスを作成する。

冷房時は外気温が低く、出力の高い方が COP が高い。しかし、最大風量の 19-15[m<sup>3</sup>/min] では、COP の高低差が不規則に存在する。



(1) 風量 19-15[m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.1.1.4 COP マトリックス (エアコン 1-2/ 冷房)

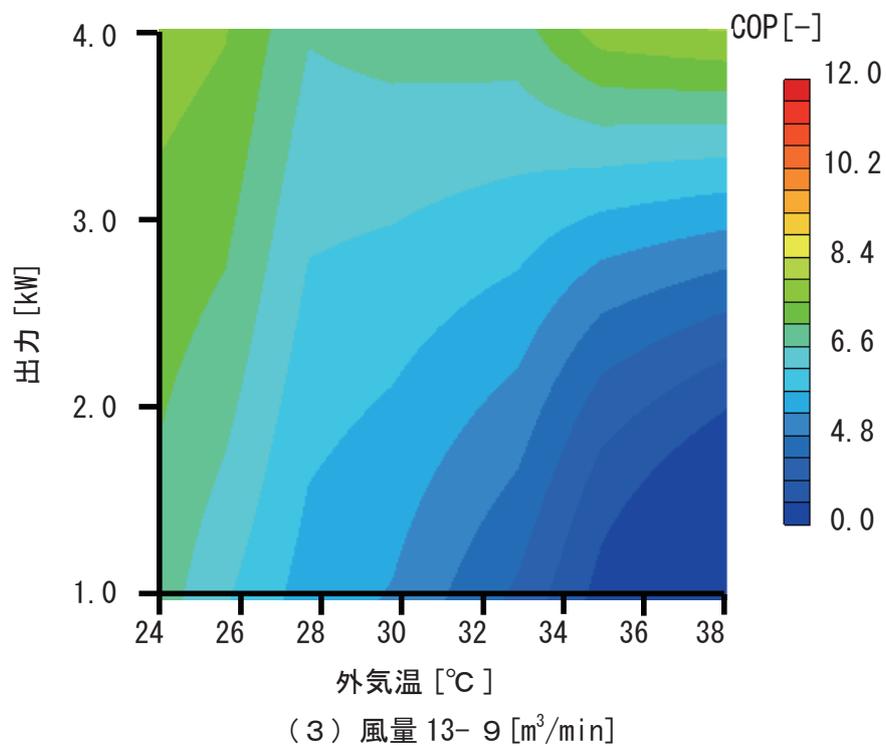
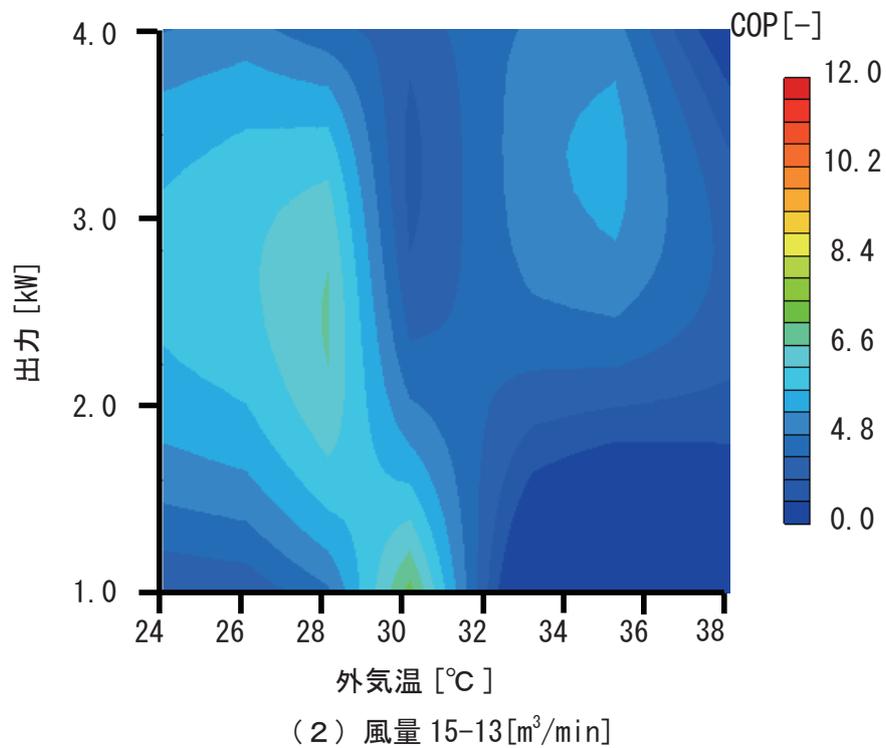
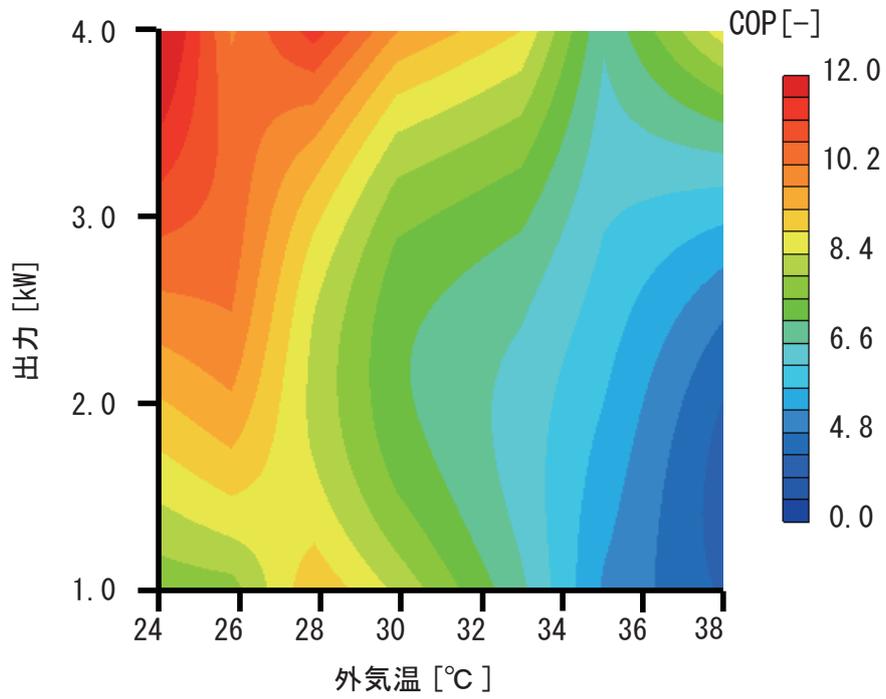
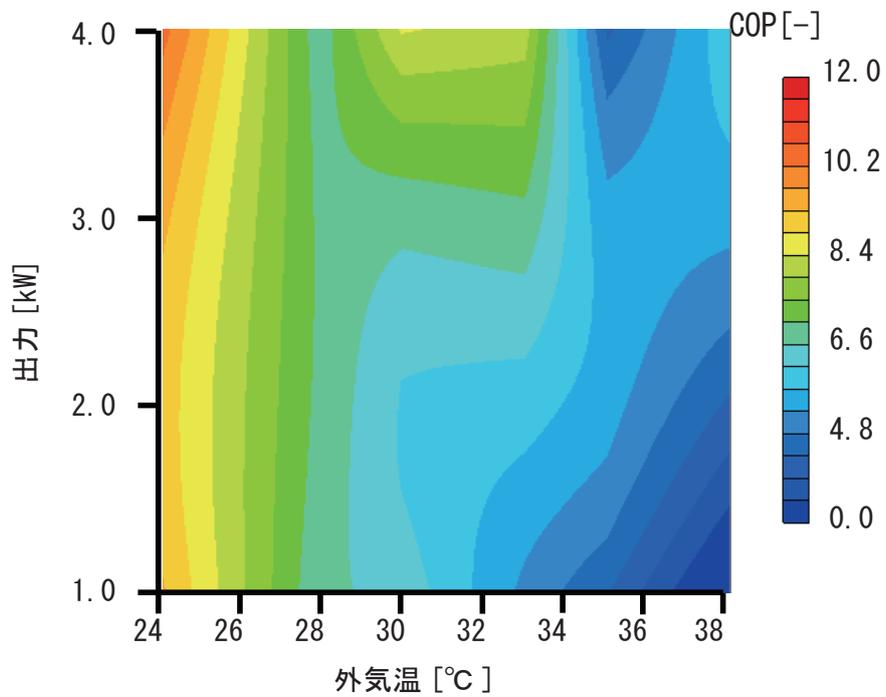


図 2.2.2.1.1.4 COP マトリックス (エアコン 1-2/ 冷房)



(4) 風量 9-7 [m<sup>3</sup>/min]



(5) 風量 7-4 [m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.1.1.4 COP マトリックス (エアコン 1-2/ 冷房)

### 2.2.2.1.2 風量自動運転時の COP マトリックスの測定結果

図 2.2.2.1.2.1～図 2.2.2.1.2.7 に各エアコンの風量自動運転時の COP マトリックスを示す。

暖房時の A 社製エアコン 1-1・1-4 では出力が 1.5～3.0[kW]、外気温 11～15[°C] の範囲で COP が高い。エアコン 1-3 では、エアコン 1-1・1-4 と比較して広い外気温・出力範囲で COP が高い値となる。又、B 社製エアコン 2-3・2-4 では出力が 2.5～4.0[kW]、外気温 11～15[°C] の範囲で COP が高い。エアコン 2-1・2-2 では、エアコン 2-3・2-4 と比較して COP が低い値となる。

冷房時は A 社製エアコンの全ての機種で外気温 26[°C] 以下の場合に低出力時（1.8～3.0[kW]）の範囲で COP が最も高い。又、暖冷房時共に出力の低い方が COP が高い。B 社製の全ての機種で外気温 26[°C] 以下の場合に低出力時（1.0～2.0[kW]）及び高出力時（4.0～6.0[kW]）の範囲で COP が高い。出力が 2.5～4.0 [kW] の範囲では外気温が低い場合でも比較的 COP が低い傾向がある。又、外気温 30 [°C] 以下の場合で出力が約 4.0[kW] 以上では、出力が上昇する程、COP は再び高くなる。

各機種のコピーマトリックスを比較すると、出力定格の小さい機種の方が最大冷房出力は小さいが、全体的に COP が高い傾向がある。これはカタログスタディによる出力定格と平均定格 COP の関係と傾向が一致する。

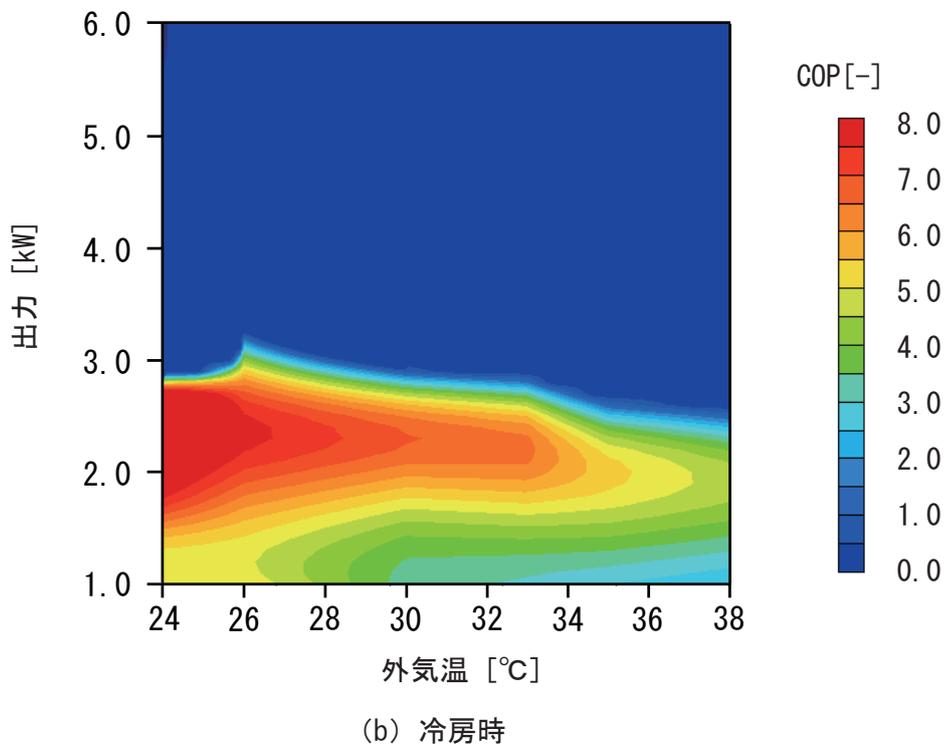
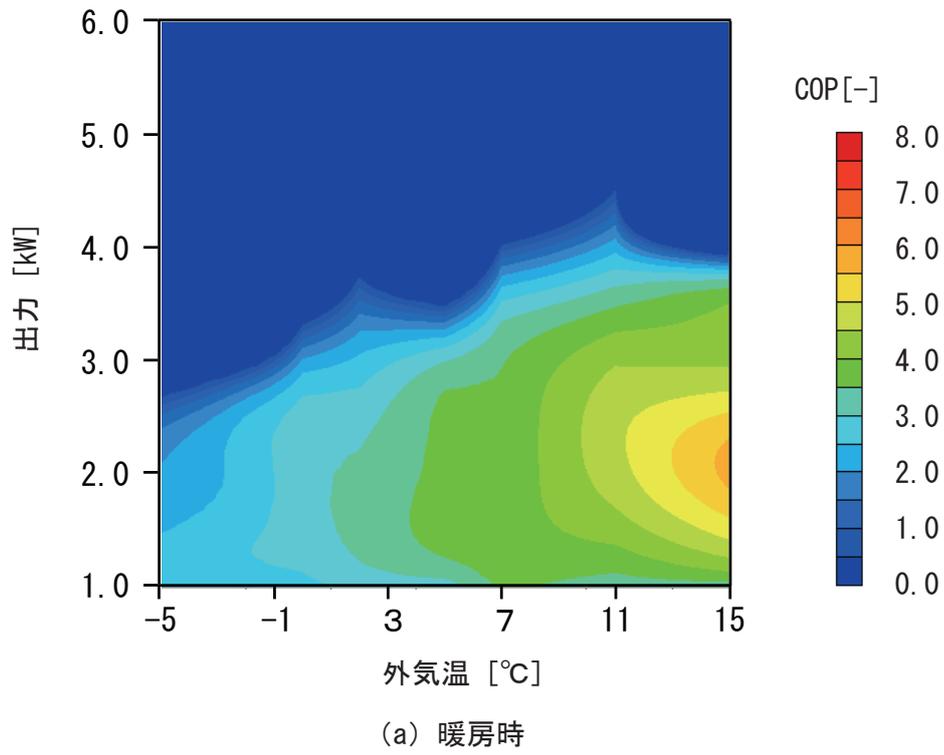


図 2.2.2.1.2.1 COP マトリックス (エアコン 1-1/ 風量自動)

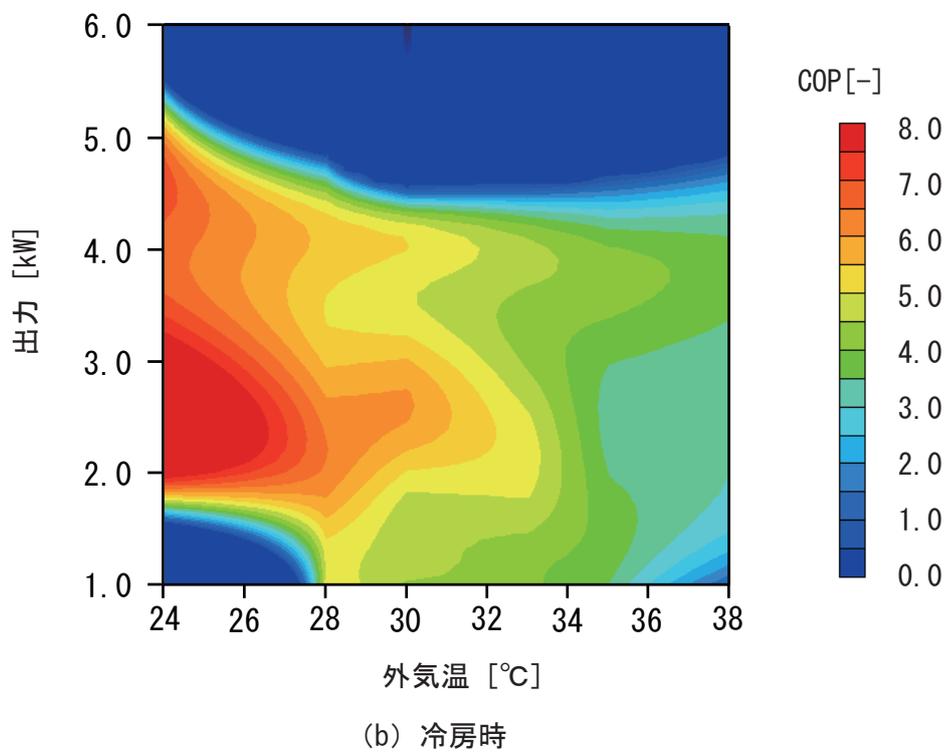
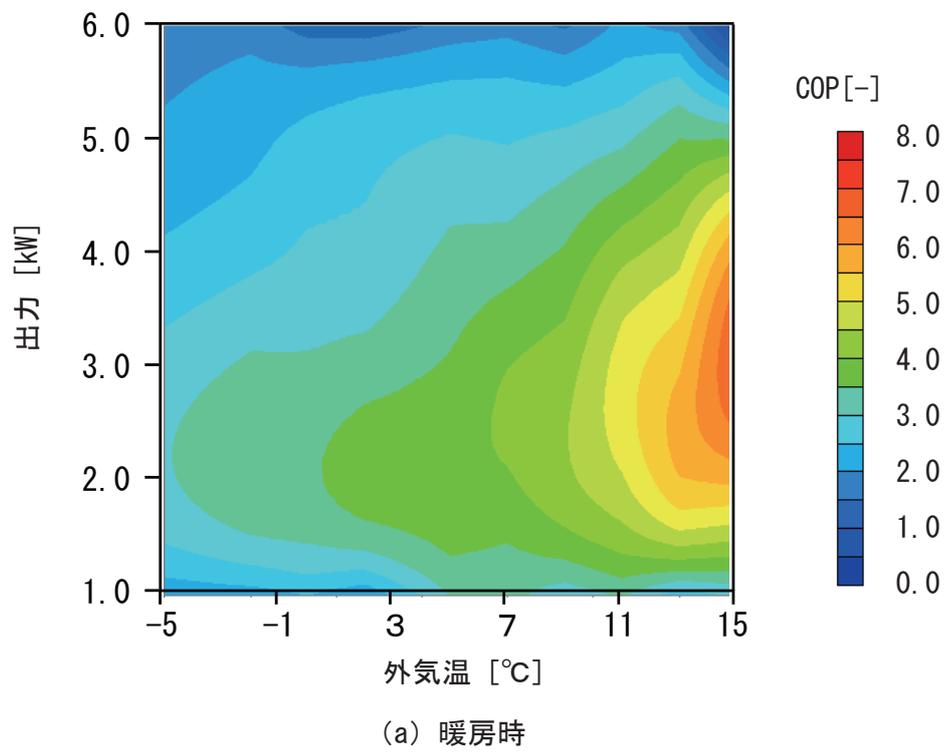


図 2.2.2.1.2.2 COP マトリックス (エアコン 1-3/ 風量自動)

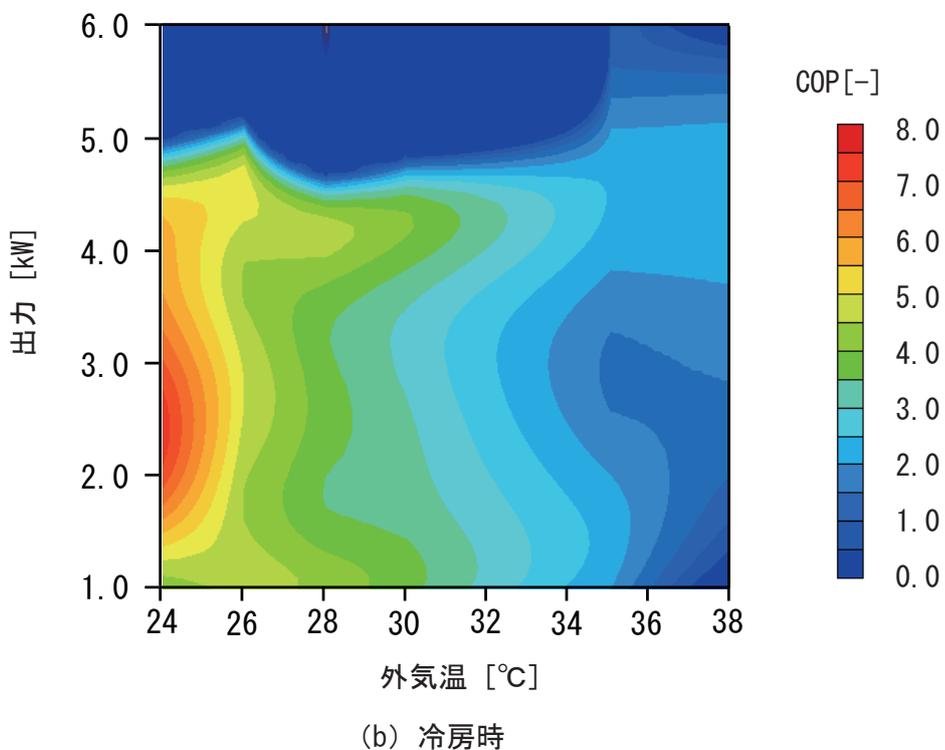
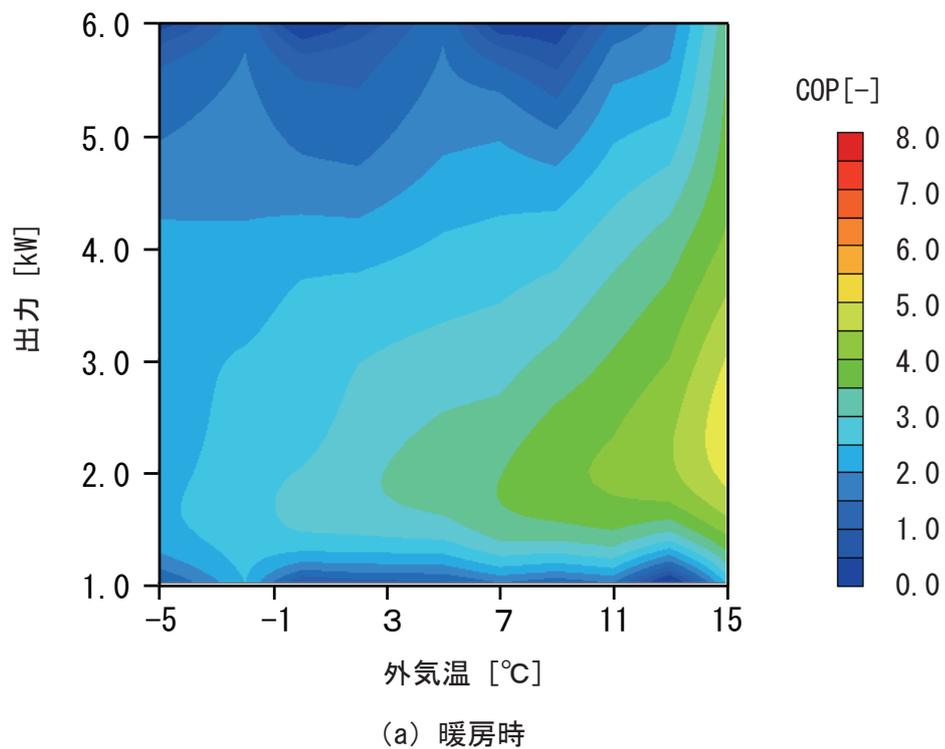
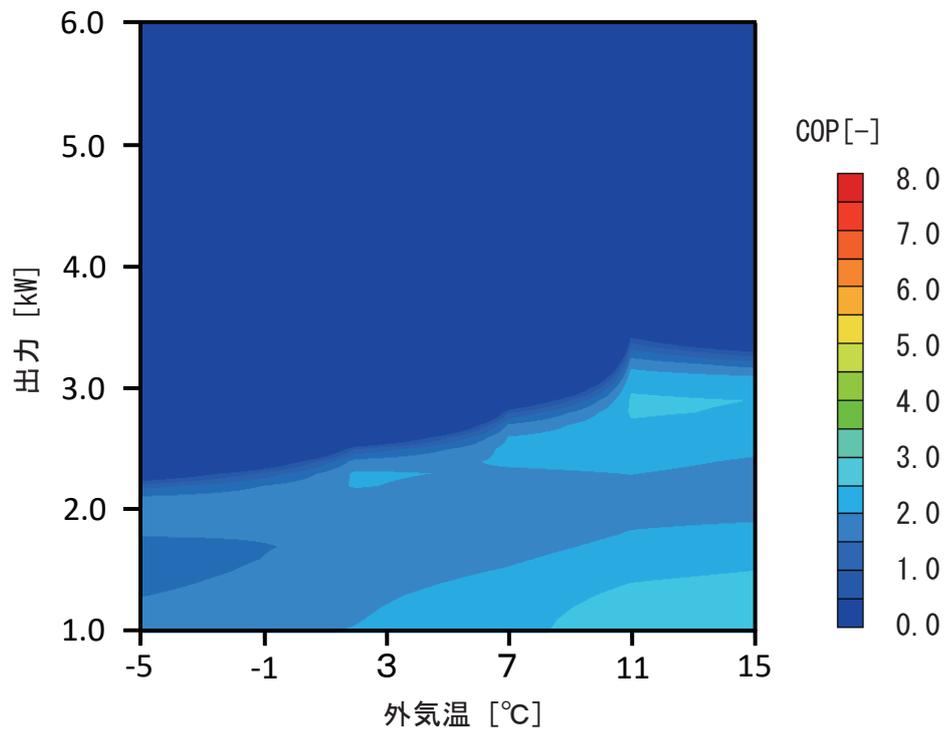
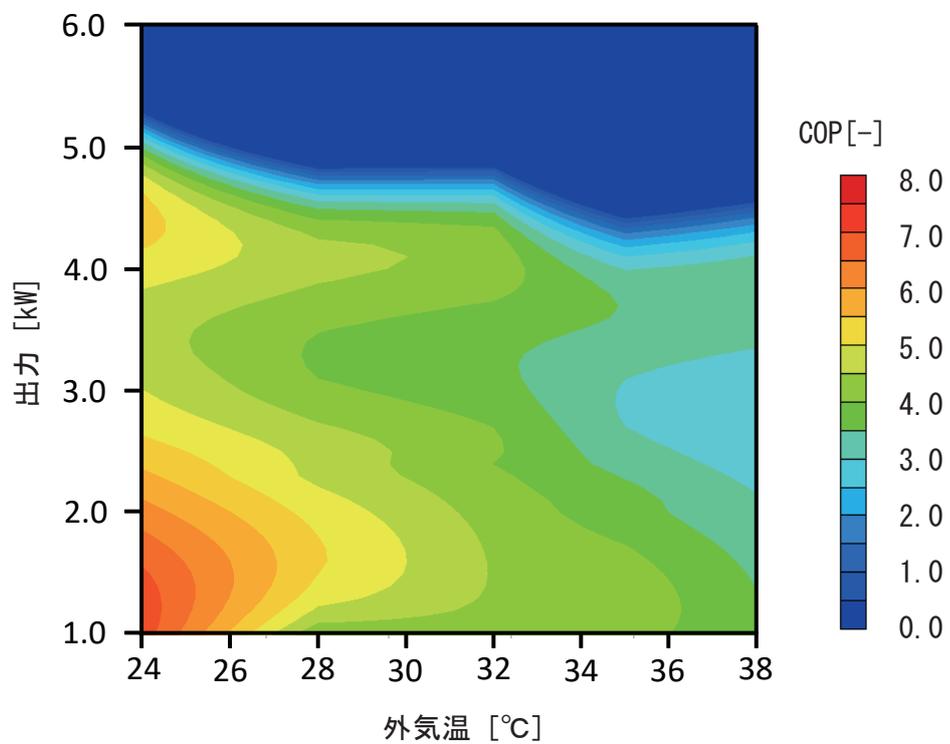


図 2.2.2.1.2.3 COP マトリックス (エアコン 1-4/ 風量自動)



(a) 暖房時



(b) 冷房時

図 2.2.2.1.2.4 COP マトリックス (エアコン 2-1/ 風量自動)

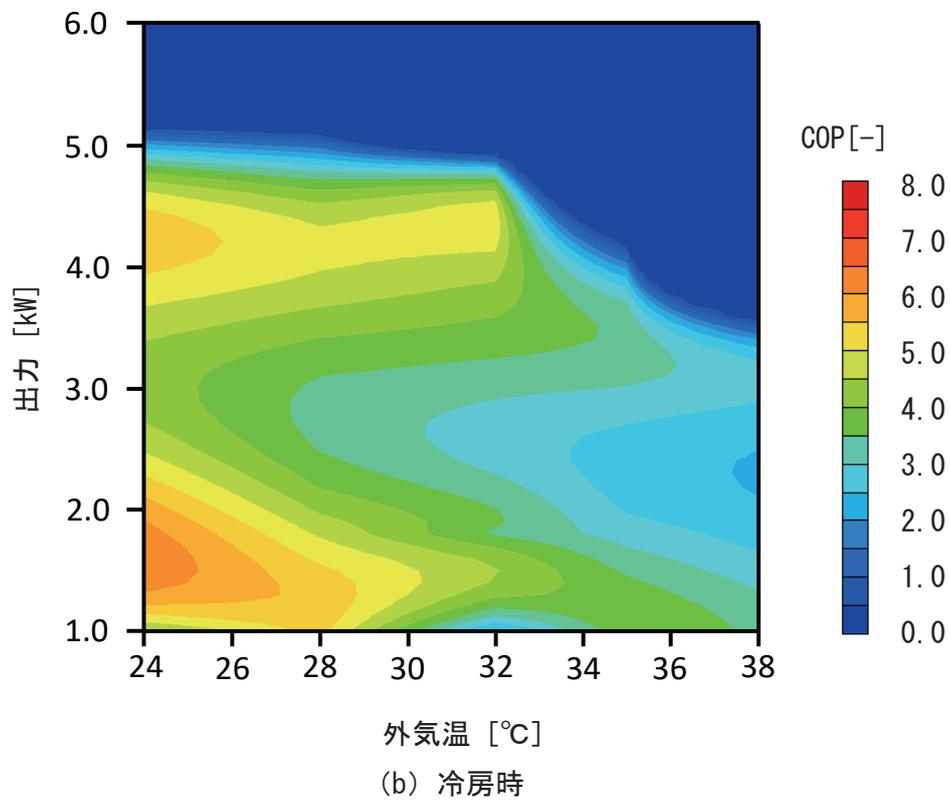
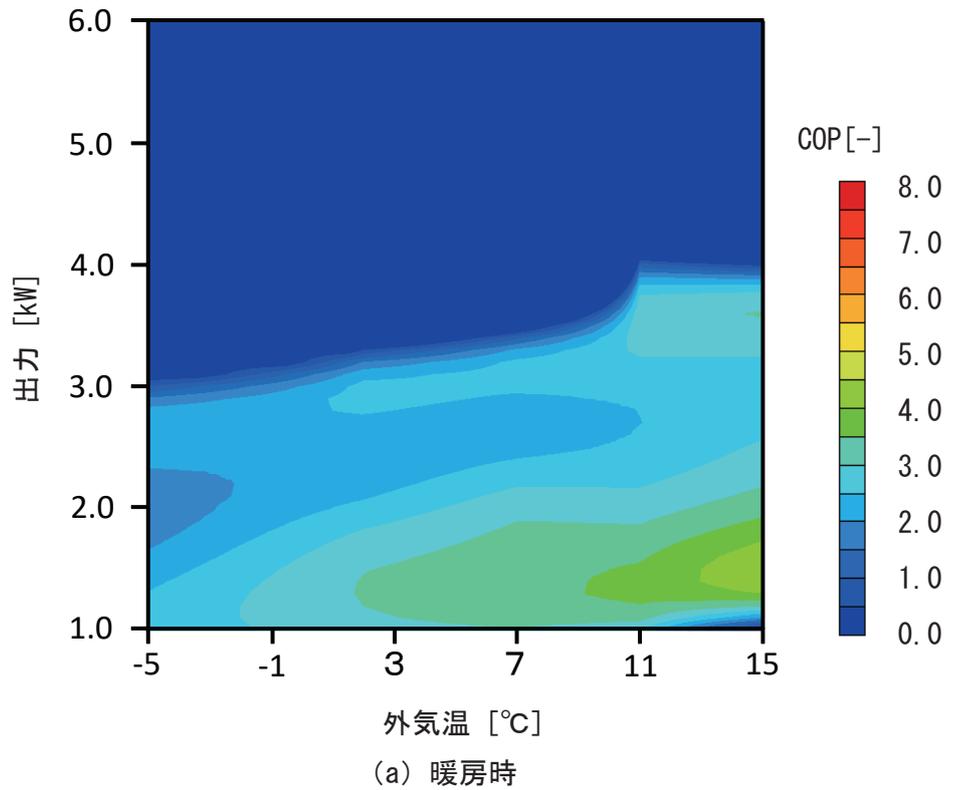


図 2.2.2.1.2.5 COP マトリックス (エアコン 2-2/ 風量自動)

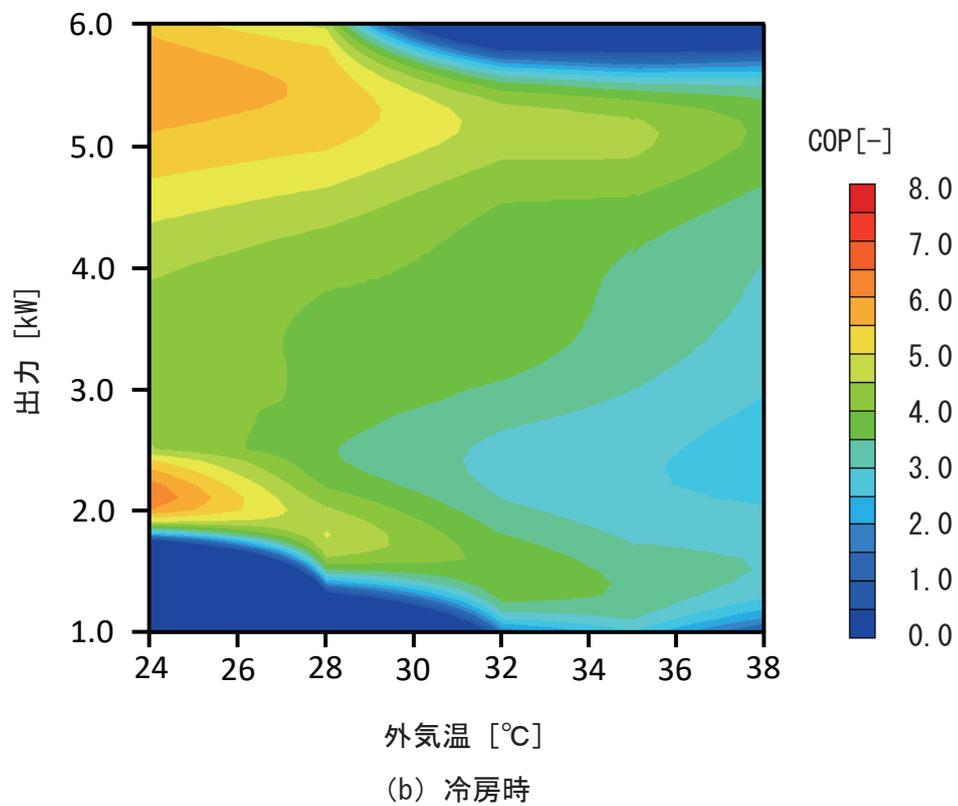
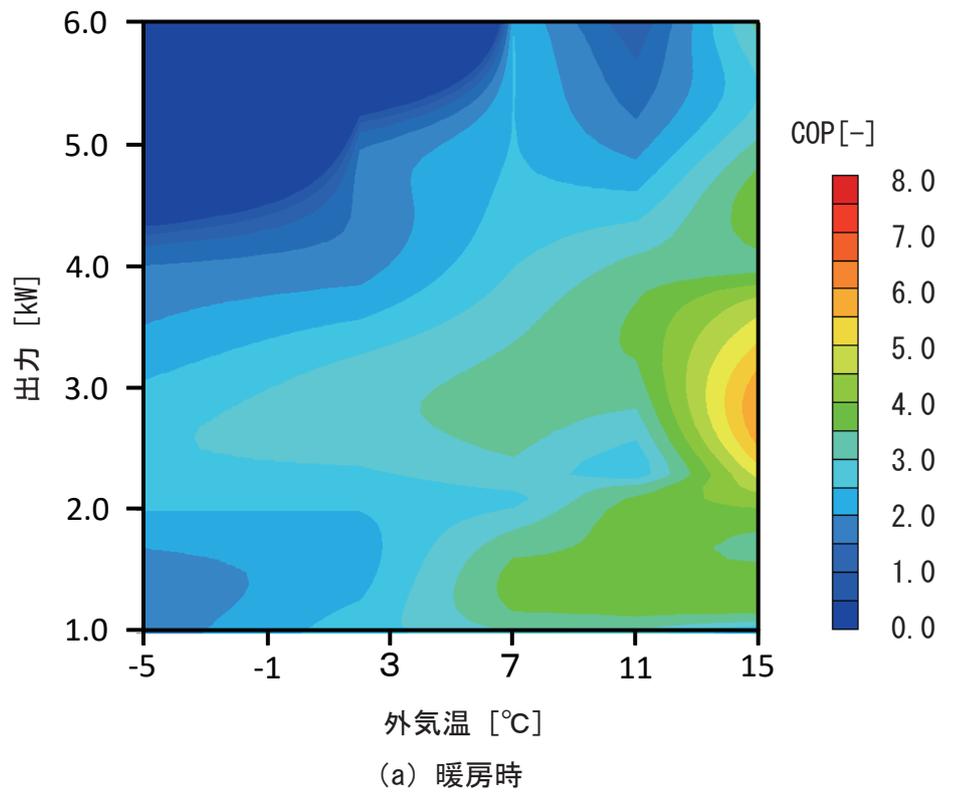
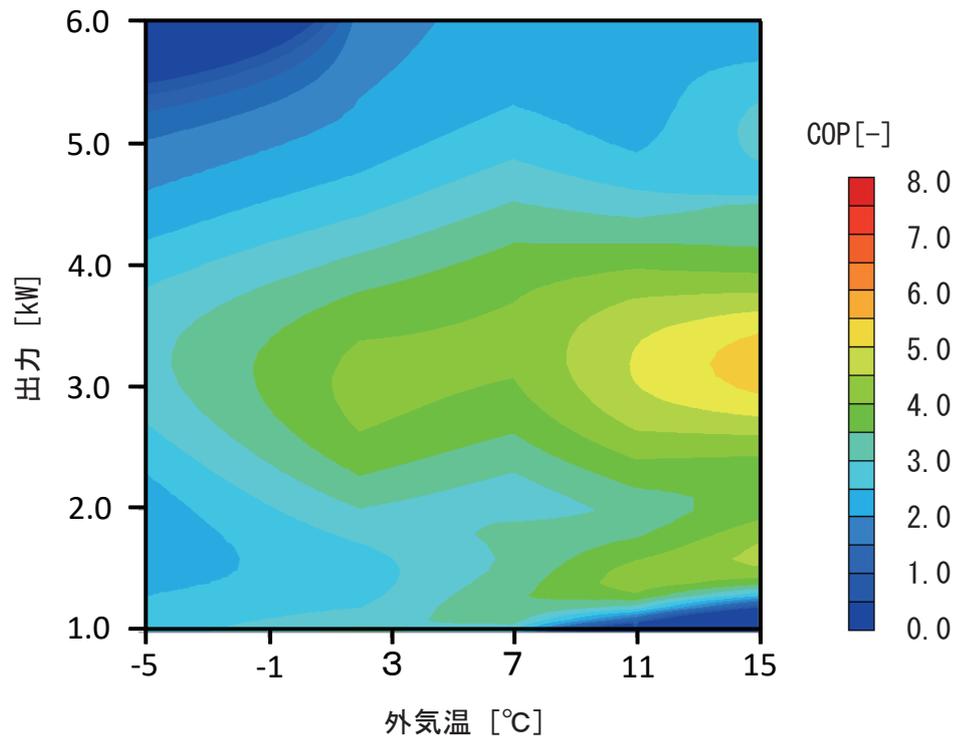
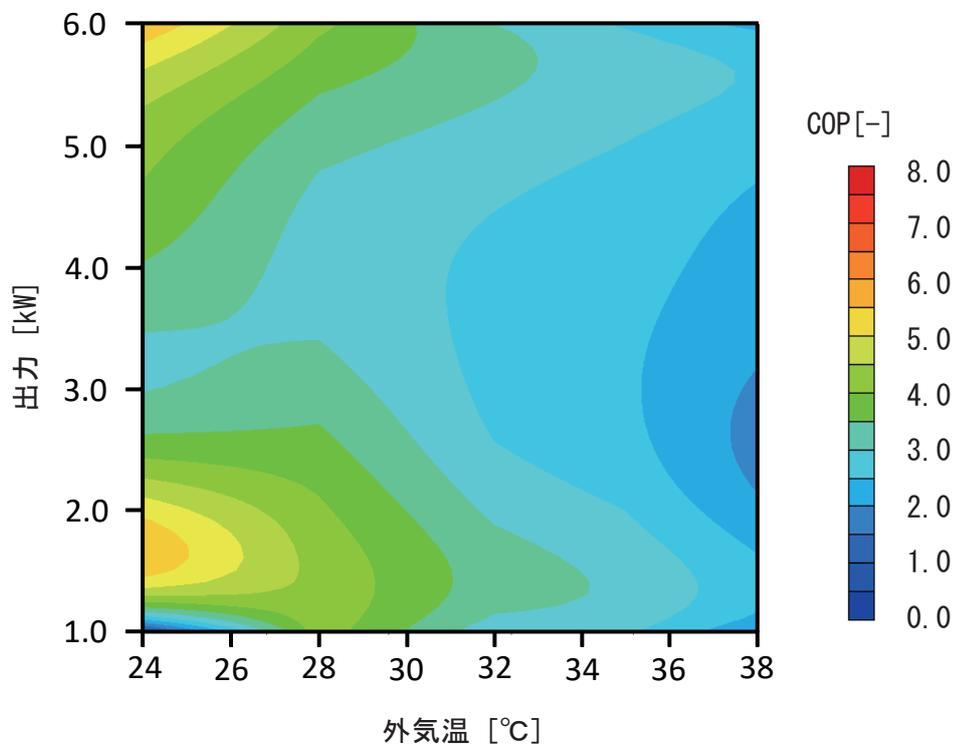


図 2.2.2.1.2.6 COP マトリックス (エアコン 2-3/ 風量自動)



(a) 暖房時



(b) 冷房時

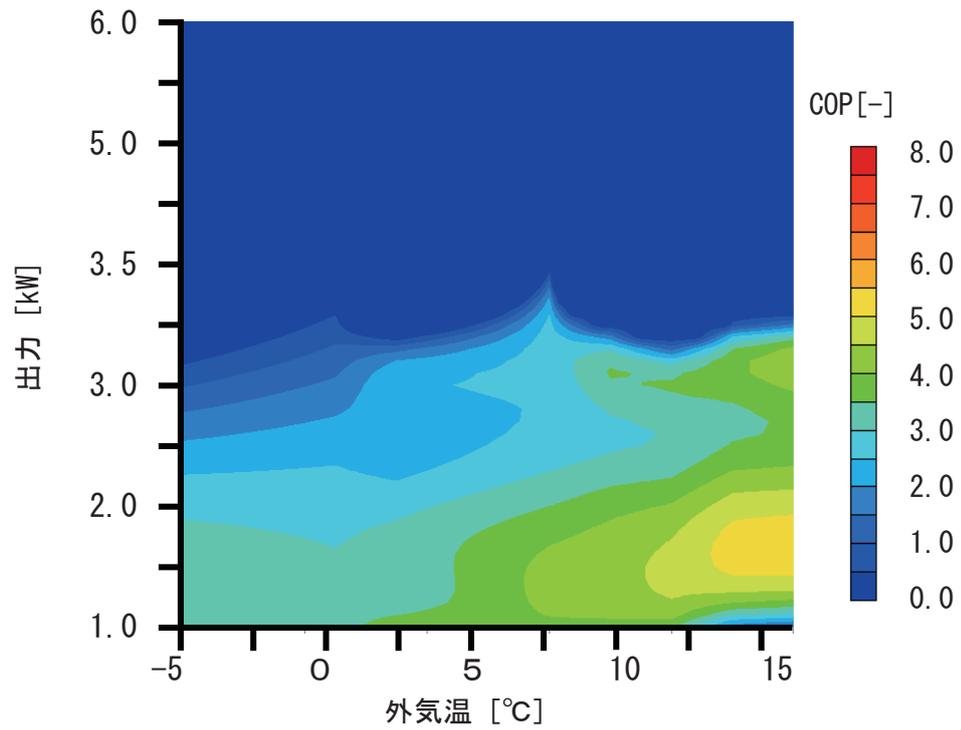
図 2.2.2.1.2.7 COP マトリックス (エアコン 2-4/ 風量自動)

### 2.2.2.2 測定方法②による風量別の COP マトリックス

図 2.2.2.2.1 ～ 2.2.2.2.7 に各エアコンの風量別の COP マトリックスを示す。各エアコン共にどの風量でも暖房時では外気温が高い方が、冷房時では外気温が低い方が COP が高い。

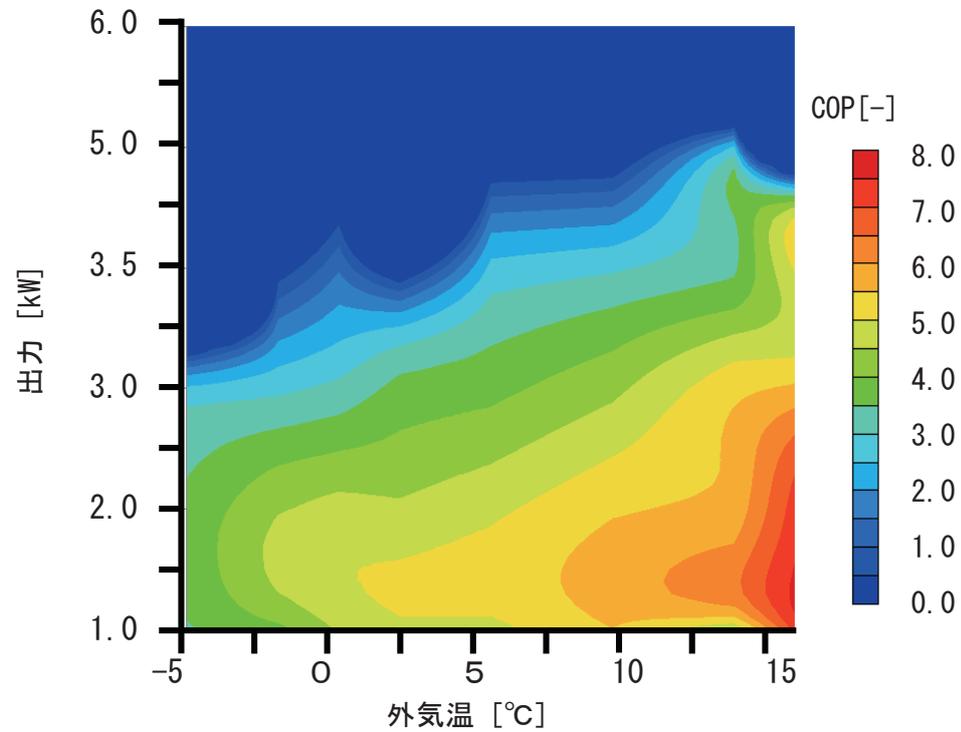
又、暖冷房時共に出力の低い部分で COP が高い傾向があり、冷房時では外気温の低い 24[°C] 付近の時に出力の高い部分で COP が高い。風量の多い方が COP の高いの範囲が増加する。これは同一の出力の場合でも風量の多い方が冷媒の蒸発・凝縮温度差を少なくすることができ、風量の増加に係るファンの電力消費量の増加と比較して圧縮機の電力消費量の減少量が大きく、COP が向上するためと考えられる。

暖冷房時共に風量別に測定した COP マトリックスは風量自動運転時とほぼ同様の特徴が見られる。又、風量自動時の COP マトリックスと比較すると、比較的少ない風量と類似した COP マトリックスとなる。



(a) 暖房時

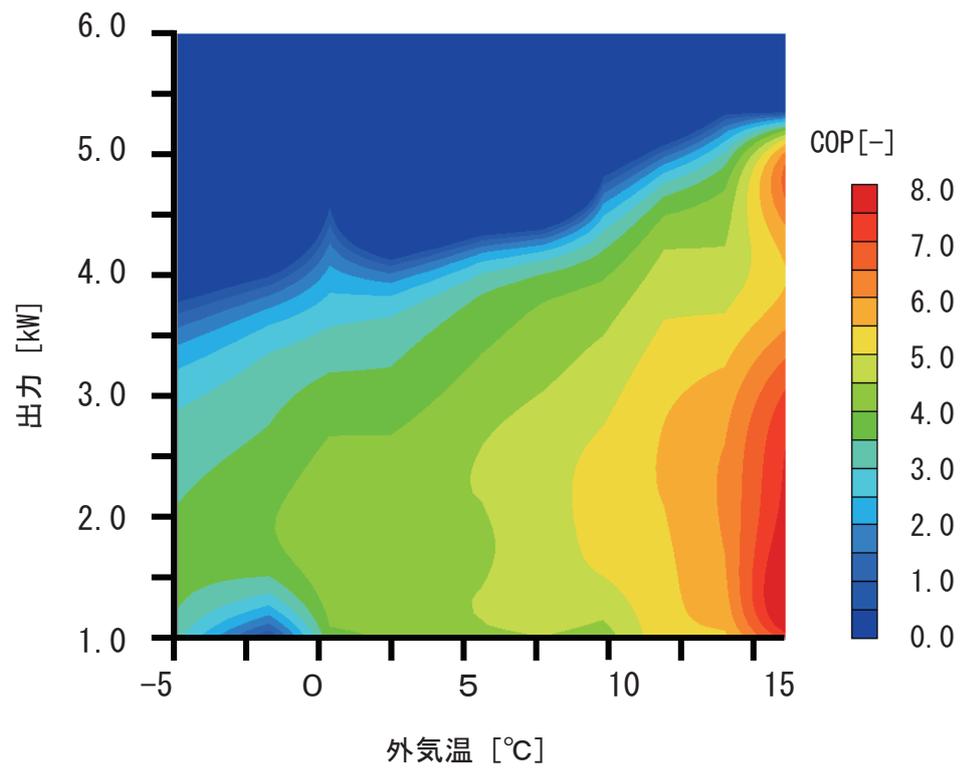
(1) 風量 4.0 [m<sup>3</sup>/min]



(a) 暖房時

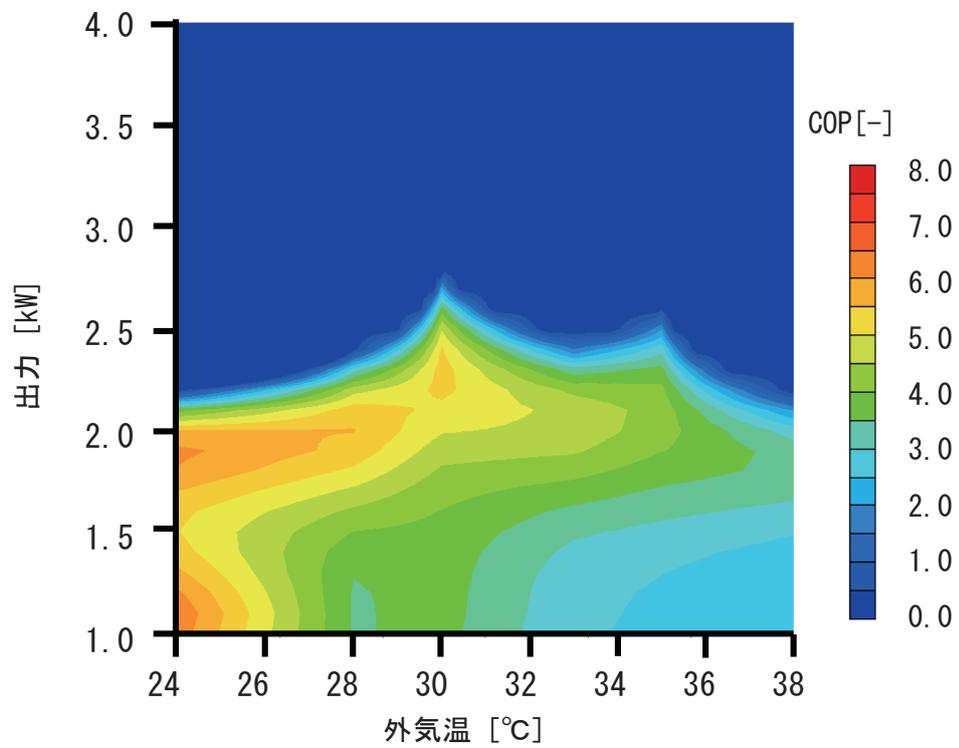
(2) 風量 8.0 [m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.2.1 風量別の COP マトリックス (エアコン 1-1)



(a) 暖房時

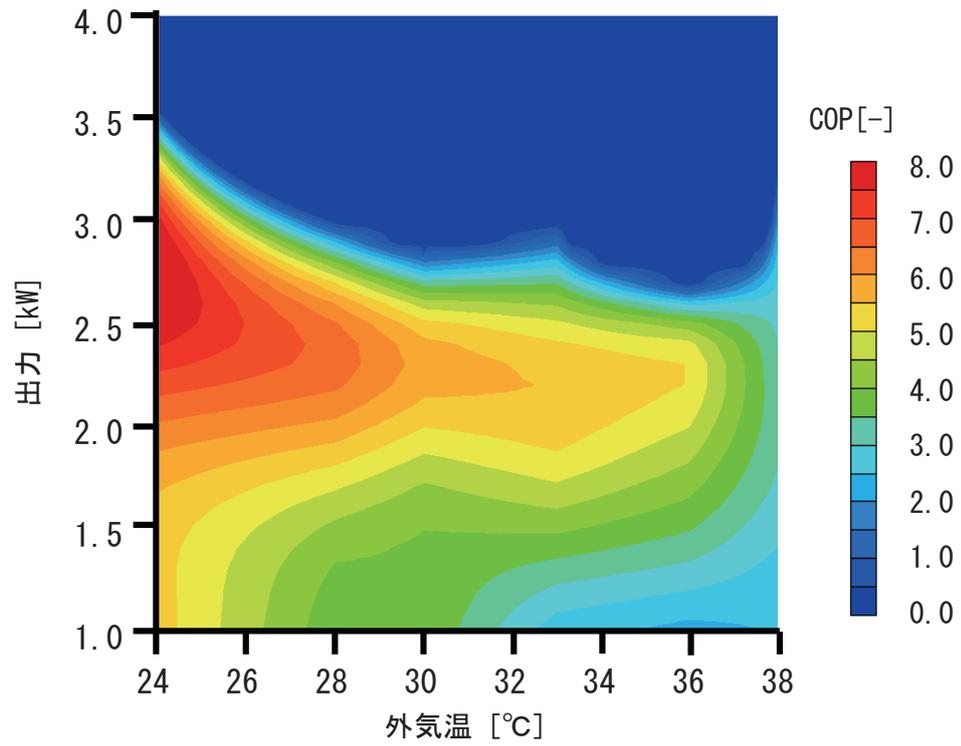
(3) 風量 12.0 [m<sup>3</sup>/min]



(b) 冷房時

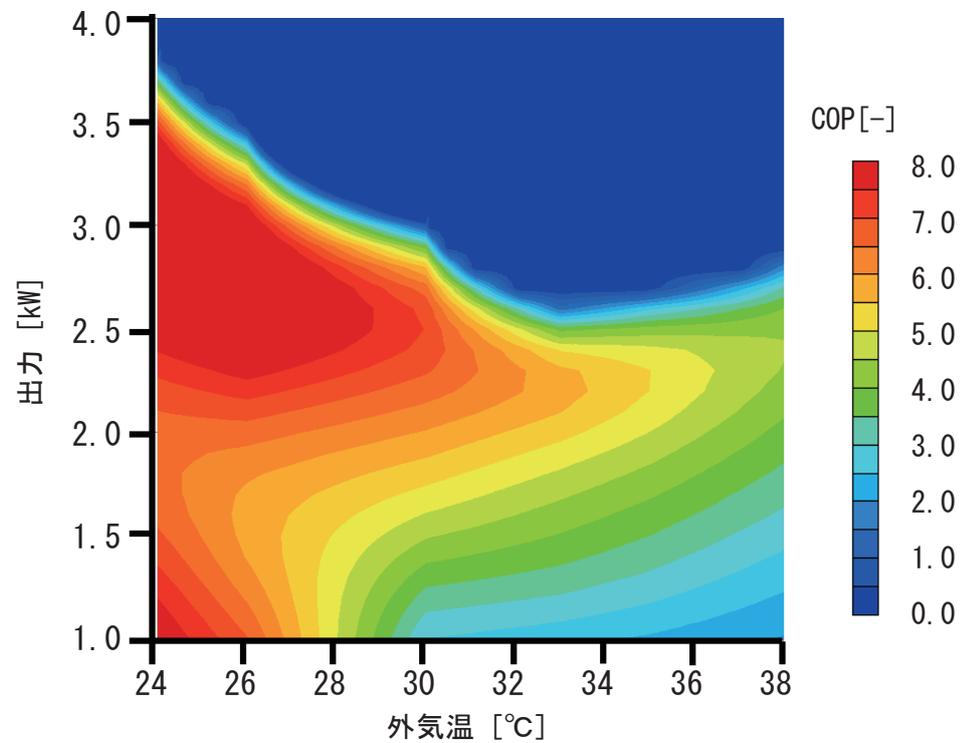
(1) 風量 4.0 [m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.2.1 風量別の COP マトリックス (エアコン 1-1)



(a) 暖房時

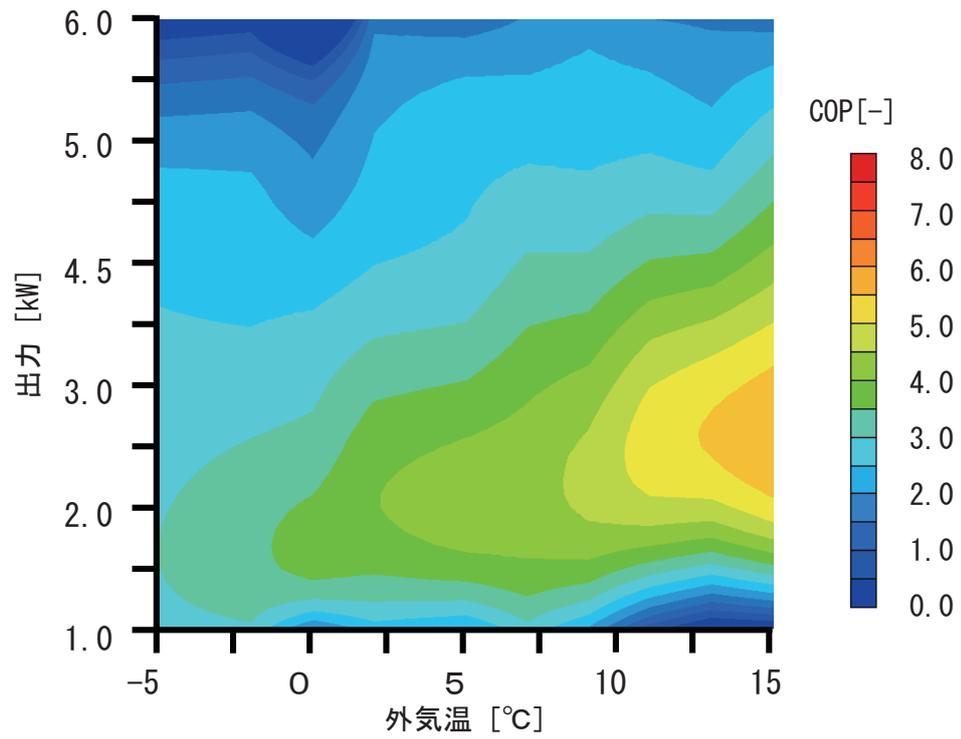
(2) 風量 8.0 [m<sup>3</sup>/min]



(b) 冷房時

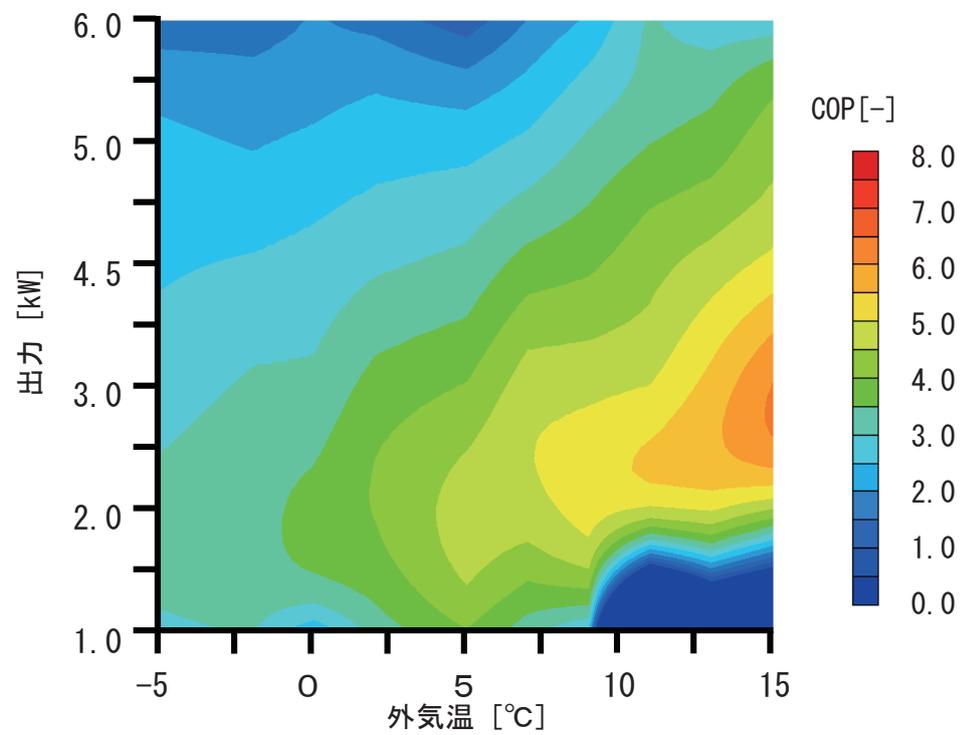
(3) 風量 14.0 [m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.2.1 風量別の COP マトリックス (エアコン1-1)



(a) 暖房時

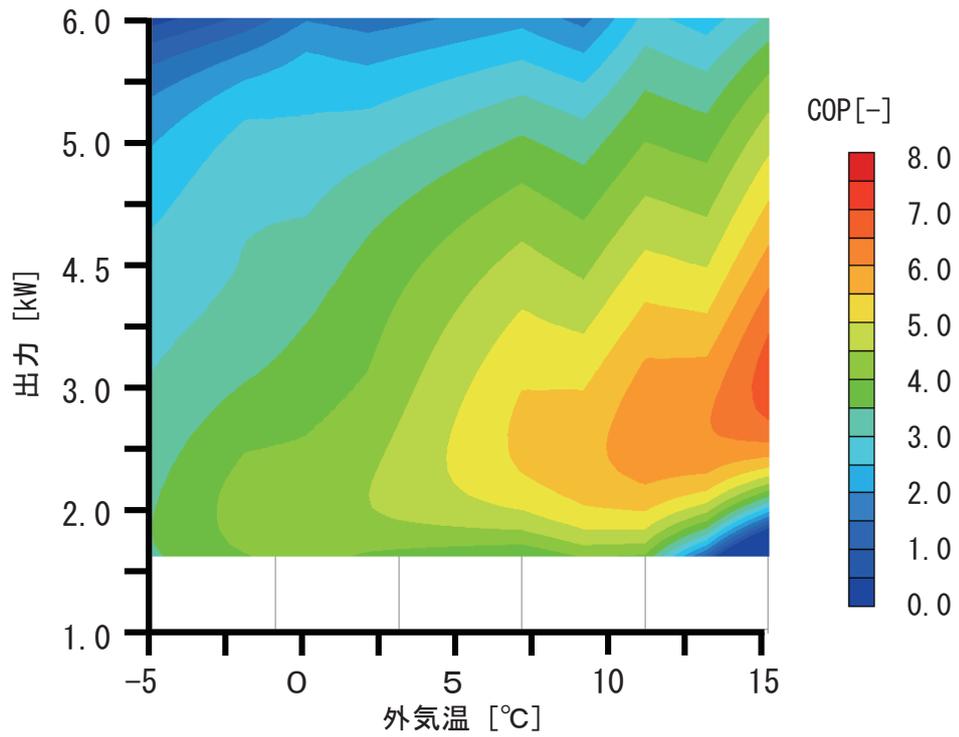
(1) 風量 8.5 [m<sup>3</sup>/min]



(a) 暖房時

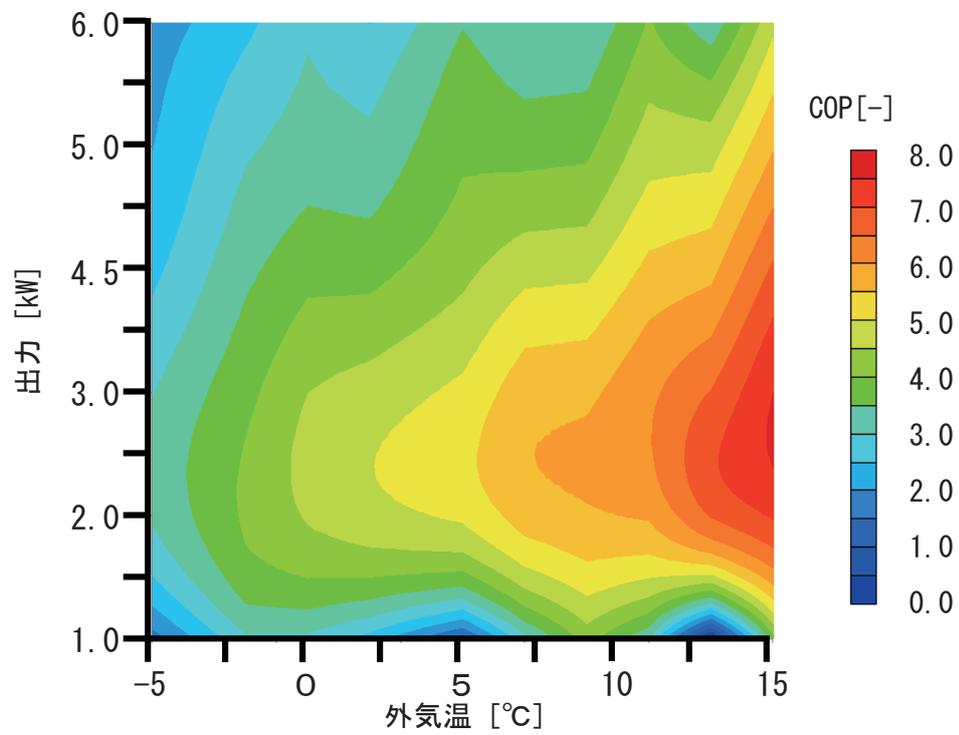
(2) 風量 10.0 [m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.2.2 風量別の COP マトリックス (エアコン 1-3)



(a) 暖房時

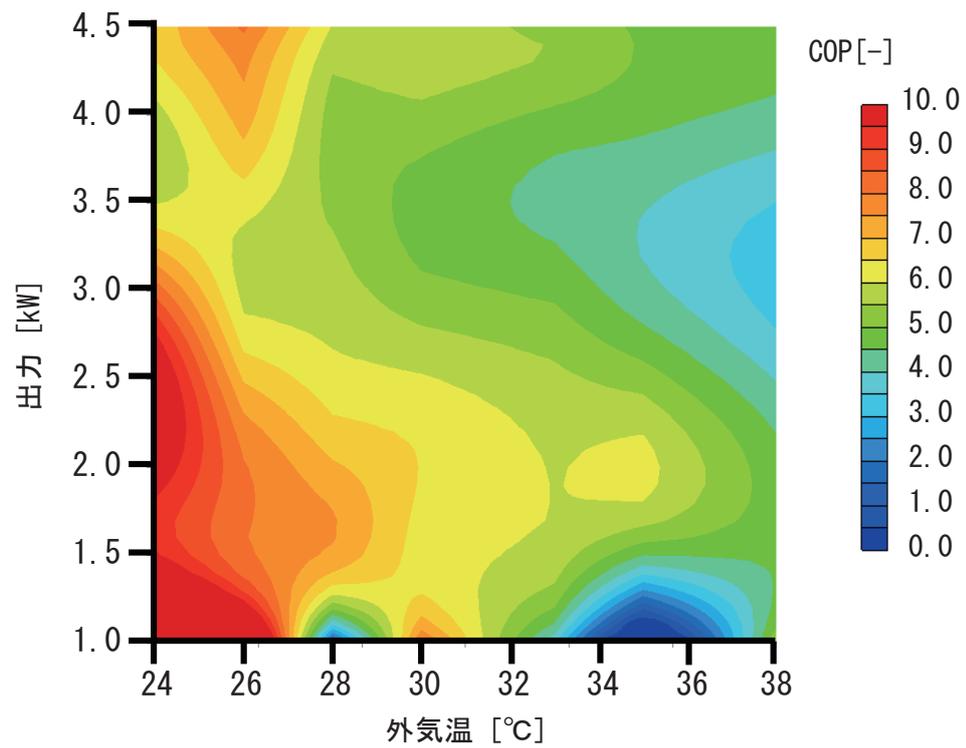
(3) 風量 11.5 [m<sup>3</sup>/min]



(a) 暖房時

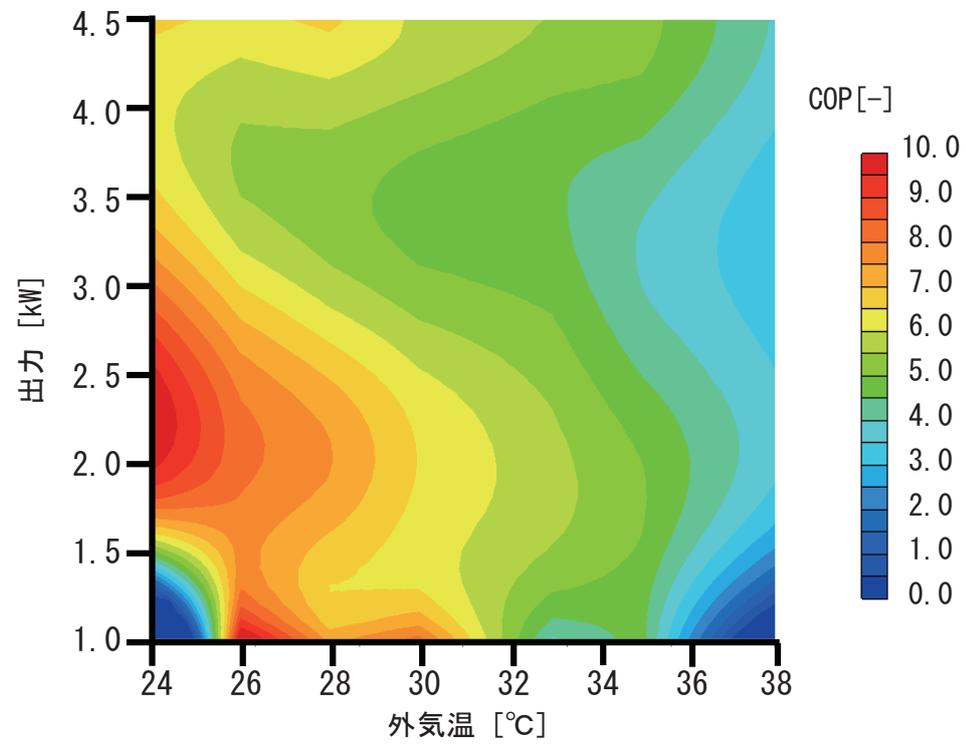
(4) 風量 14.5 [m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.2.2 風量別の COP マトリックス (エアコン 1-3)



(b) 冷房時

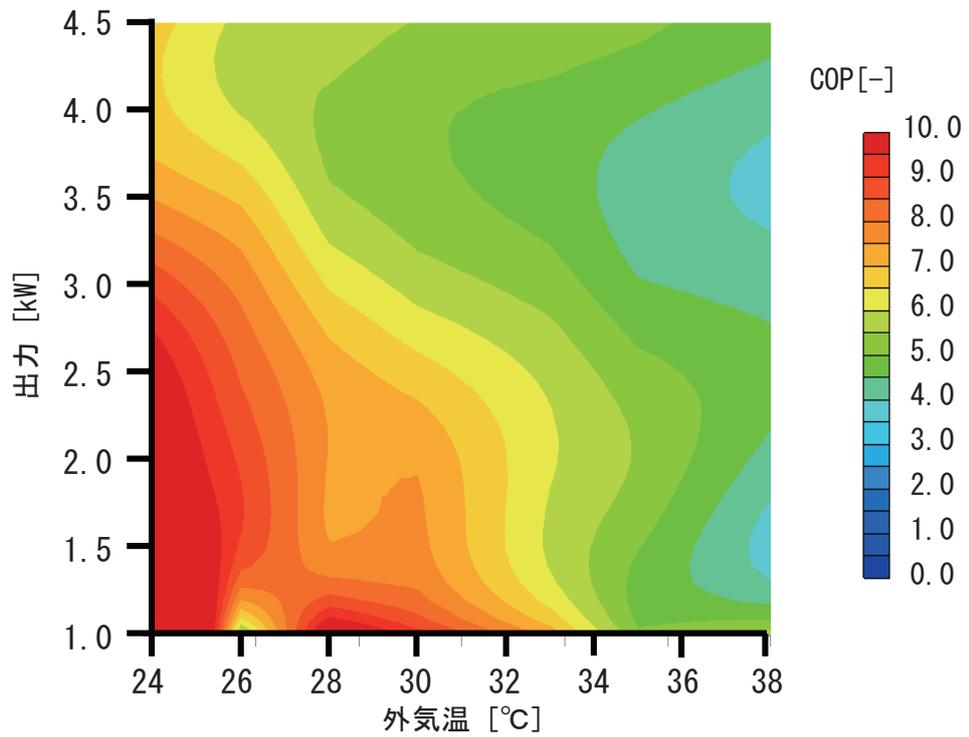
(1) 風量 7.5 [m<sup>3</sup>/min]



(b) 冷房時

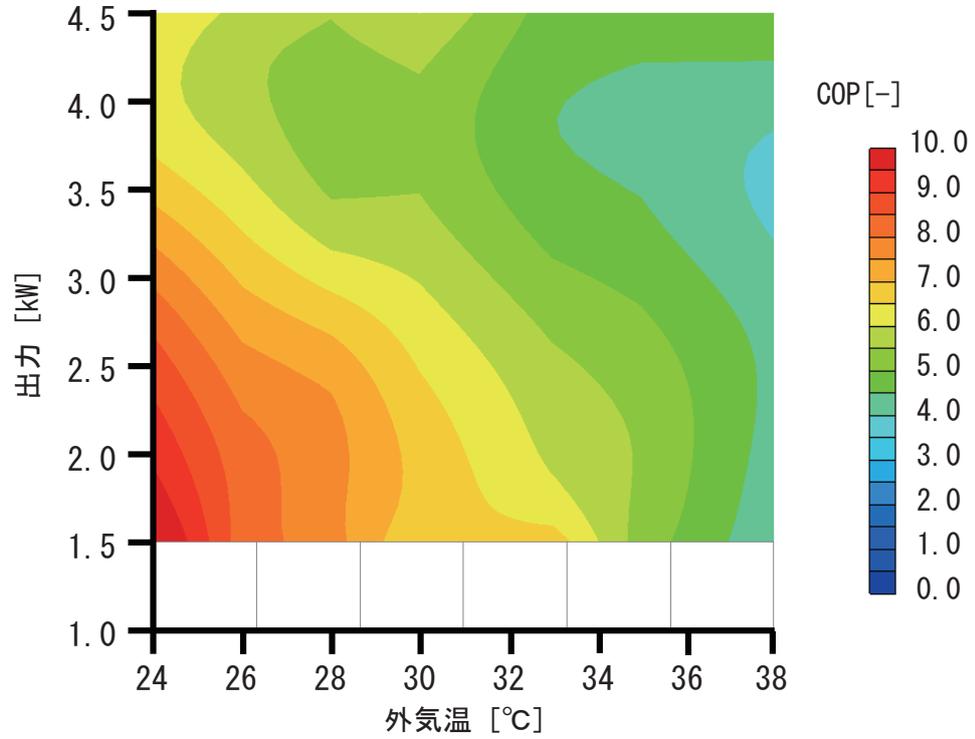
(2) 風量 10.0 [m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.2.2 風量別の COP マトリックス (エアコン 1-3)



(b) 冷房時

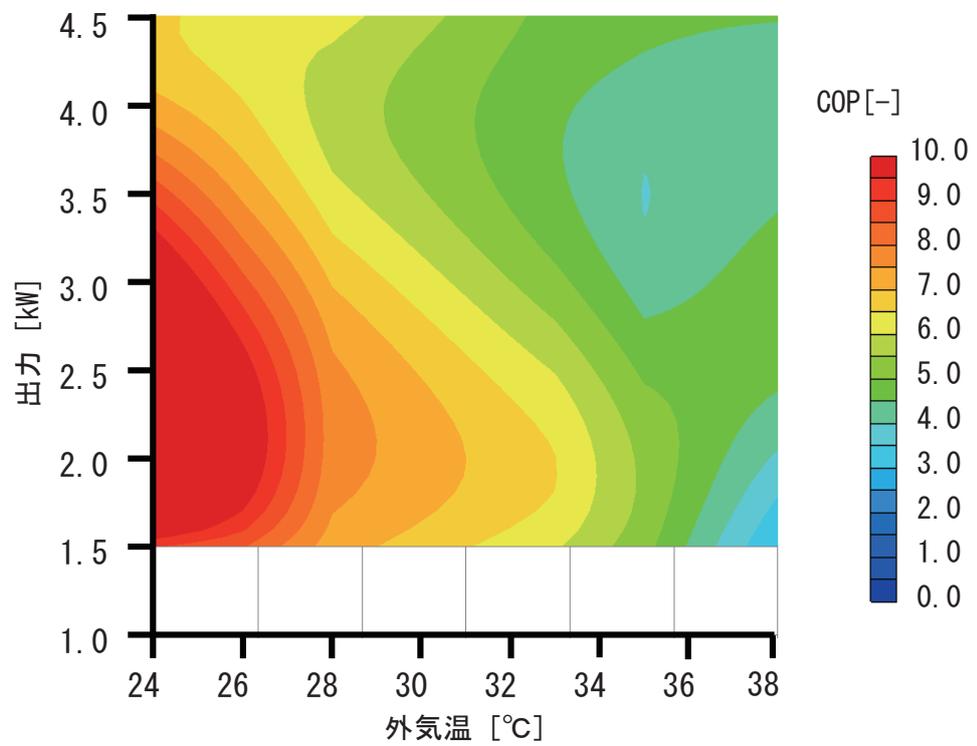
(3) 風量 11.5 [m<sup>3</sup>/min]



(b) 冷房時

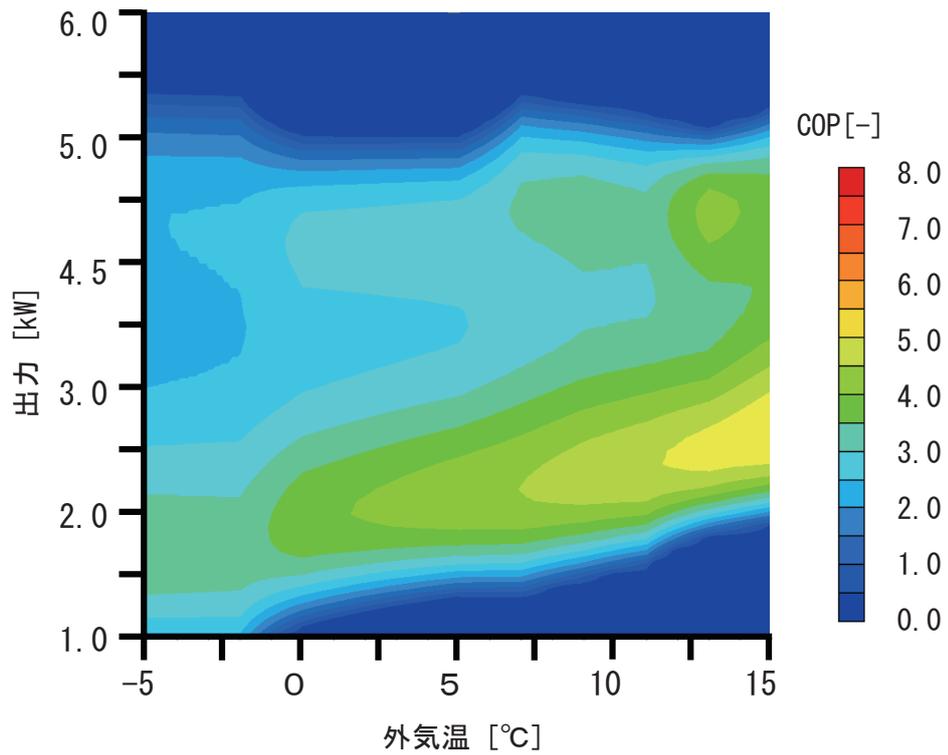
(4) 風量 13.0 [m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.2.2 風量別の COP マトリックス (エアコン 1-3)



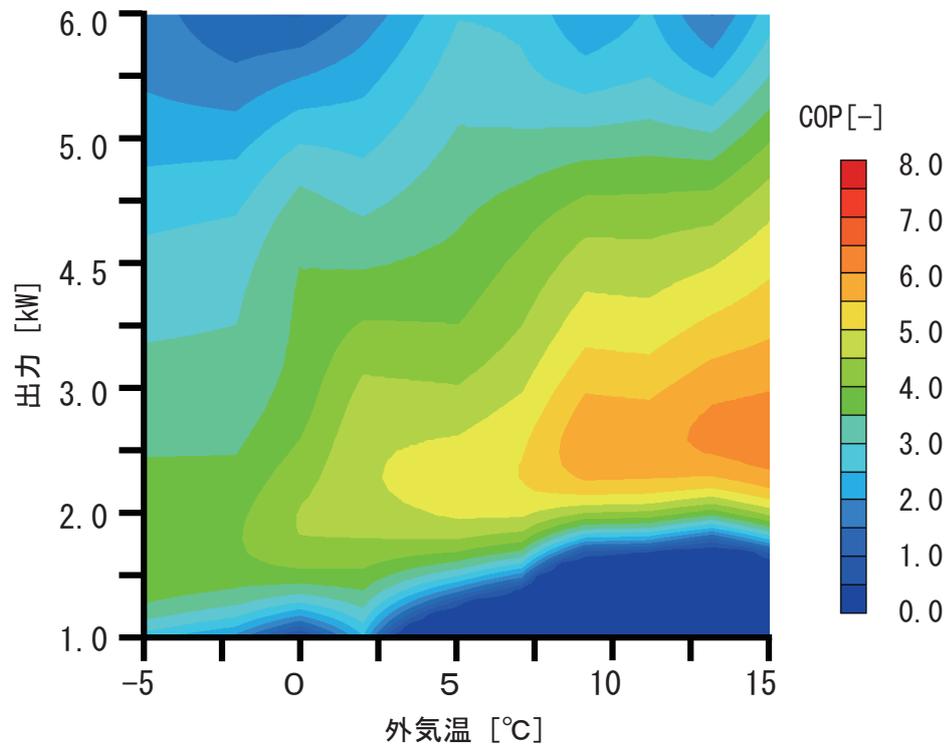
(b) 冷房時  
(5) 風量 14.5 [m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.2.2 風量別の COP マトリックス (エアコン1-3)



(a) 暖房時

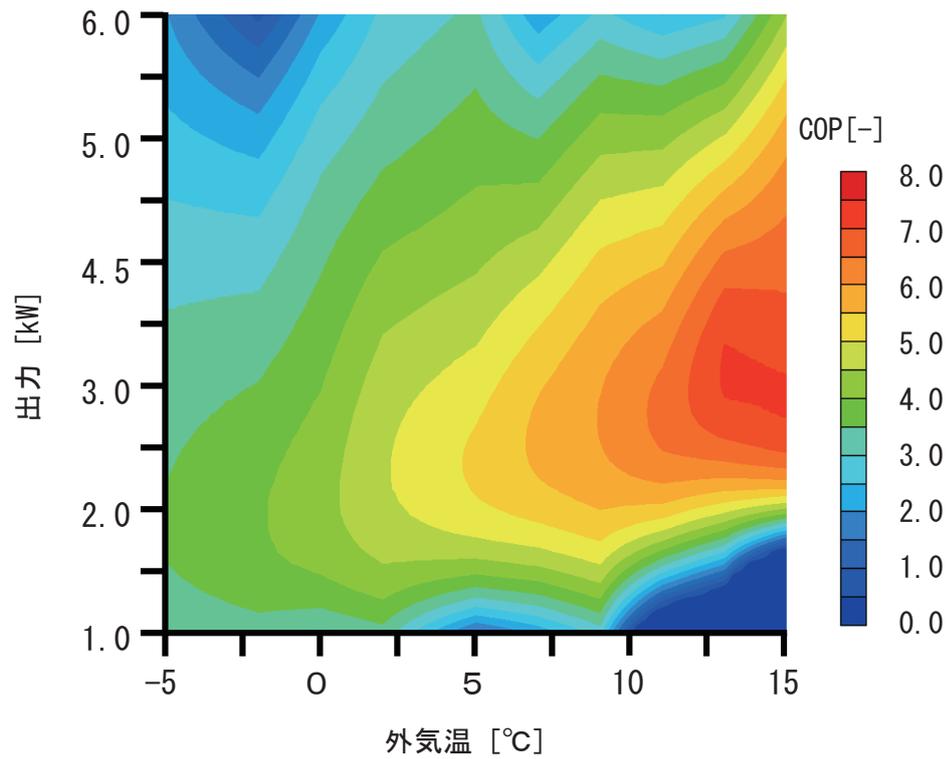
(1) 風量 5 [m<sup>3</sup>/min]



(a) 暖房時

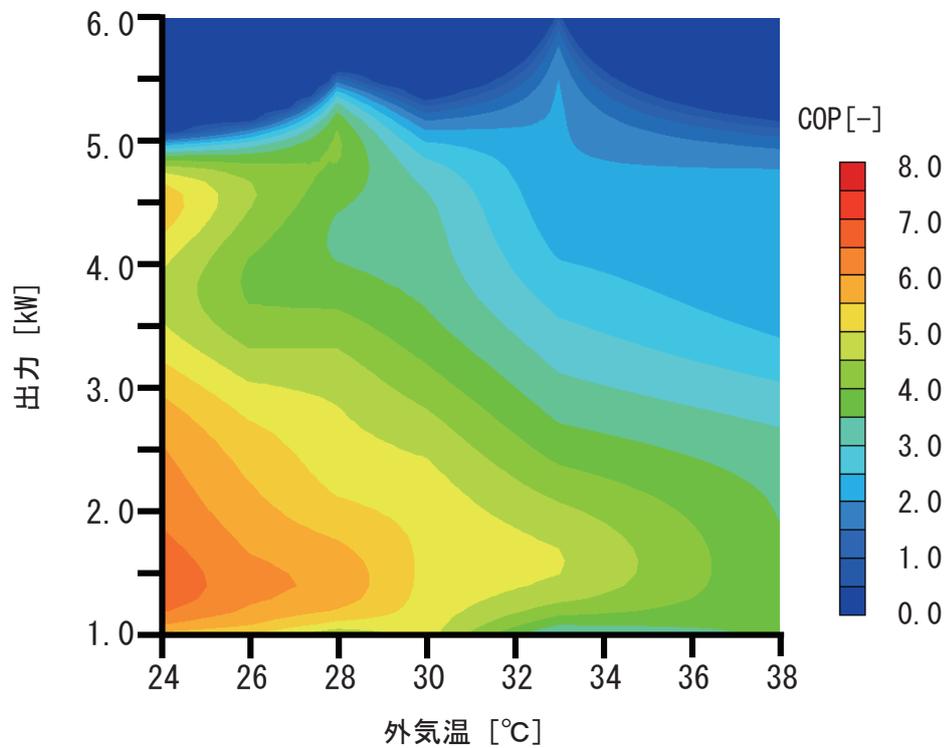
(2) 風量 9.5 [m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.2.3 風量別の COP マトリックス (エアコン 1-4)



(a) 暖房時

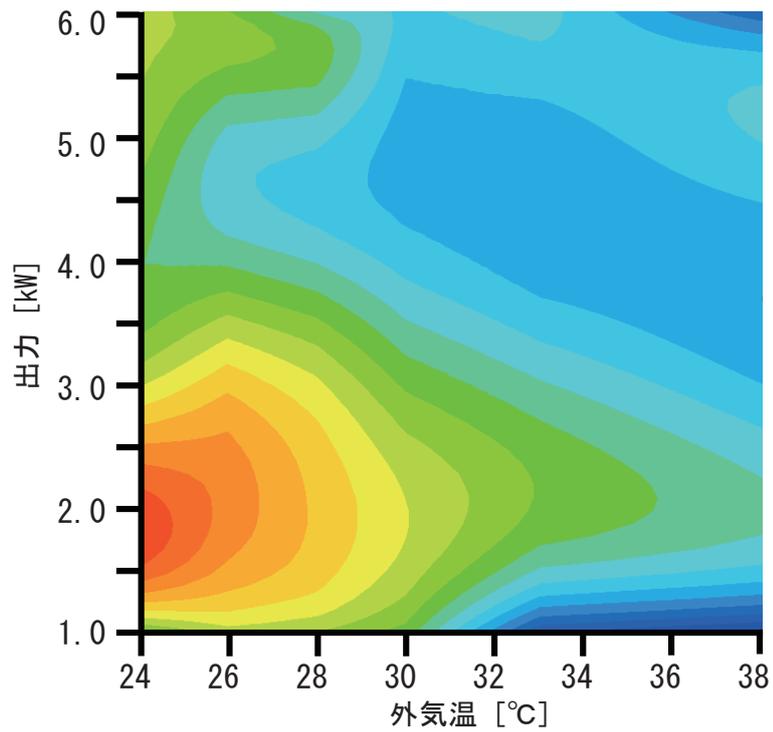
(3) 風量 15 [m<sup>3</sup>/min]



(b) 冷房時

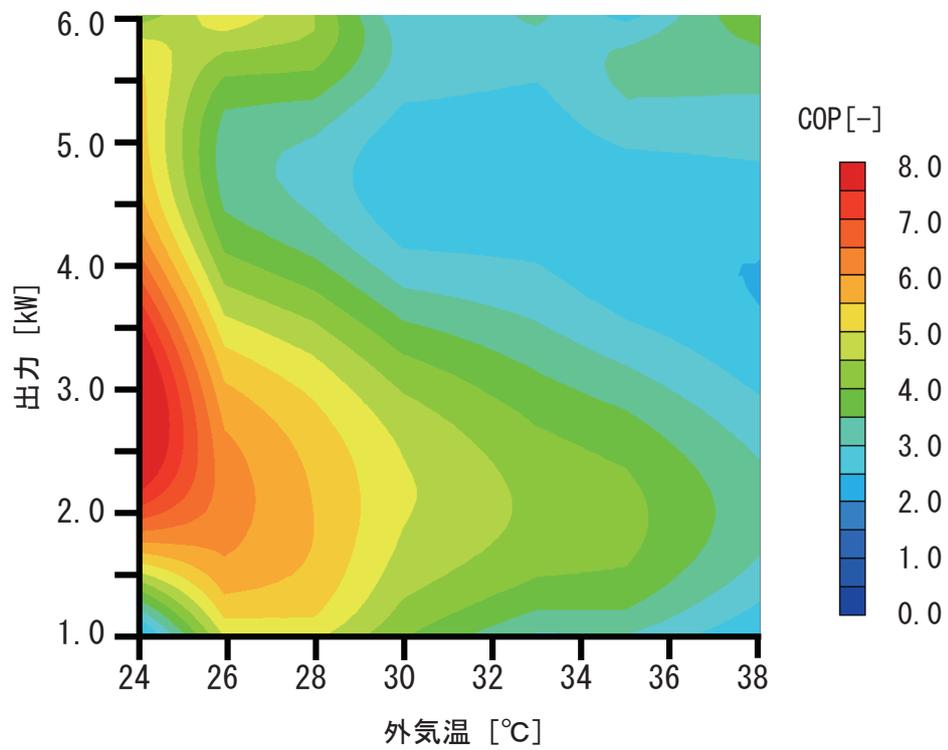
(1) 風量 7 [m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.2.3 風量別の COP マトリックス (エアコン1-4)



(b) 冷房時

(2) 風量 14 [m<sup>3</sup>/min]



(b) 冷房時

(3) 風量 16 [m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.2.3 風量別の COP マトリックス (エアコン 1-4)

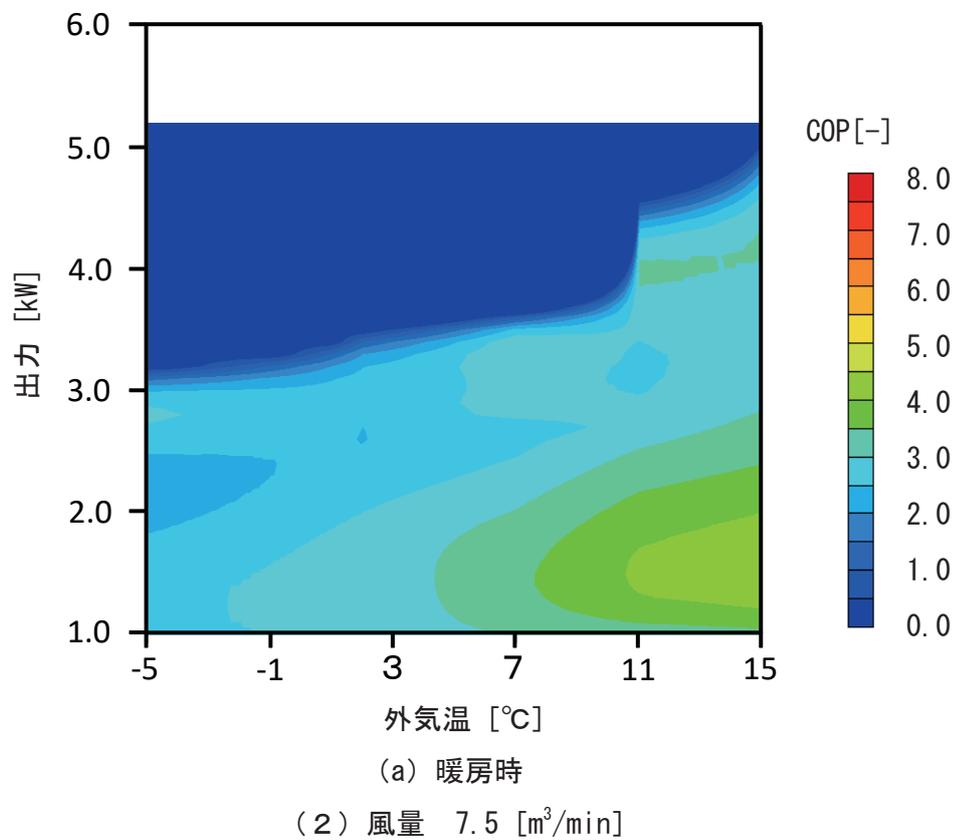
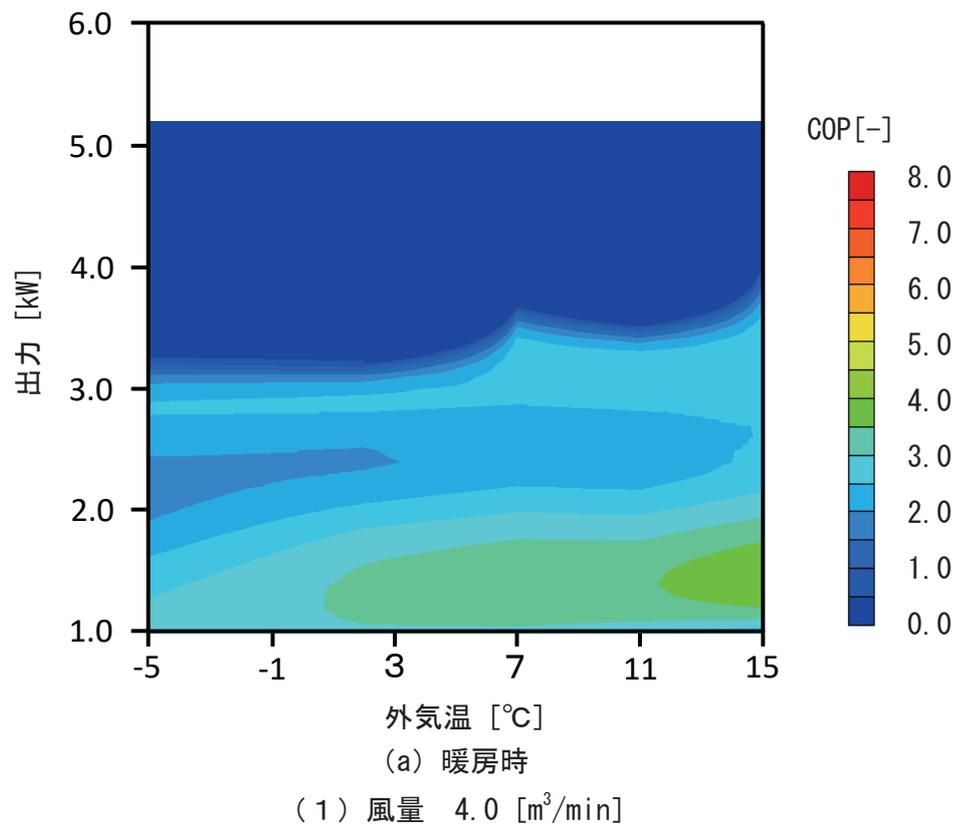
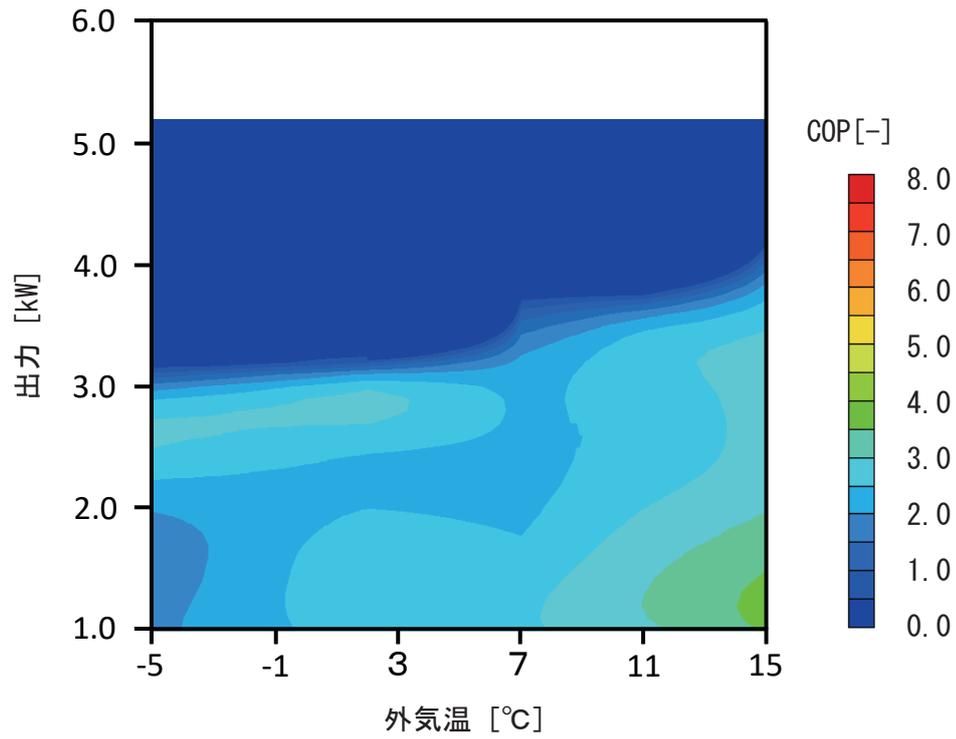
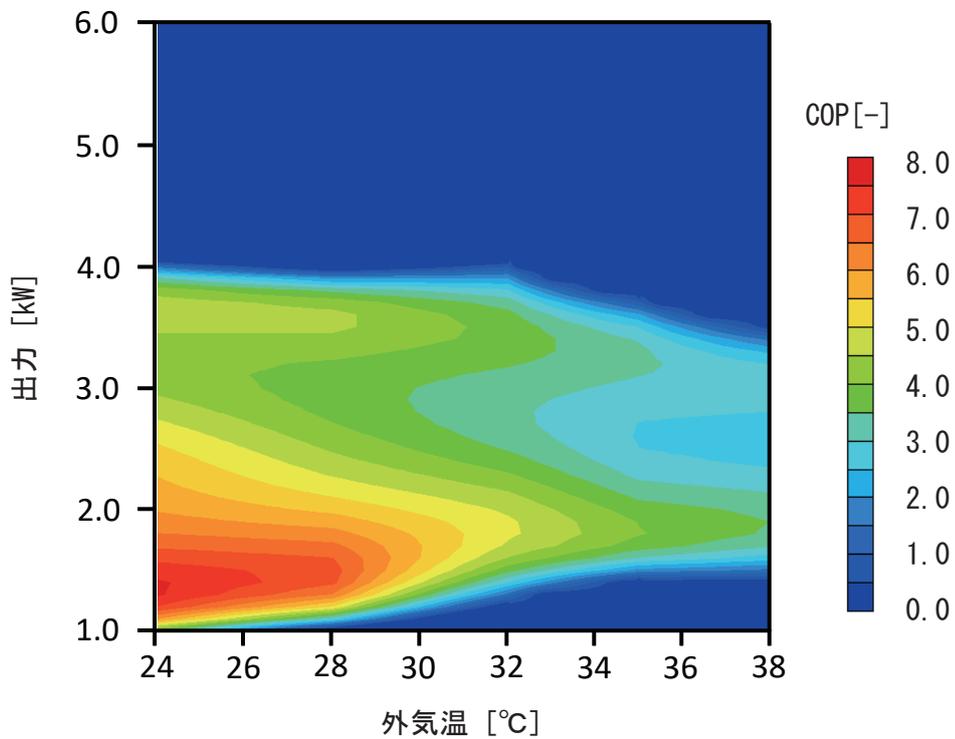


図 2.2.2.2.4 風量別の COP マトリックス (エアコン 2-1)



(a) 暖房時

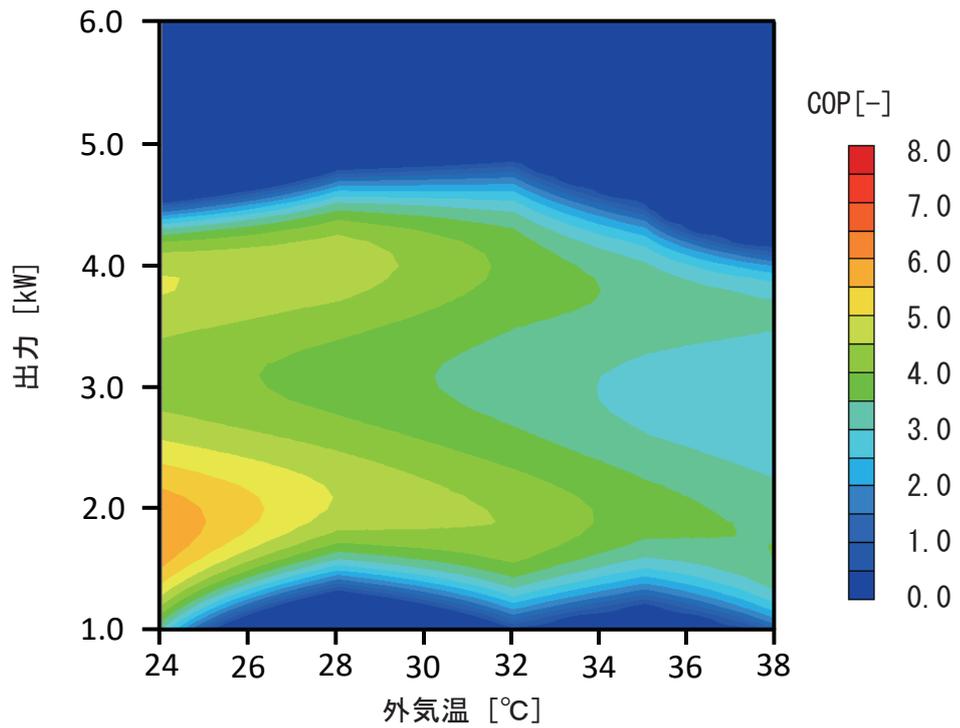
(3) 風量 12.1 [m<sup>3</sup>/min]



(b) 冷房時

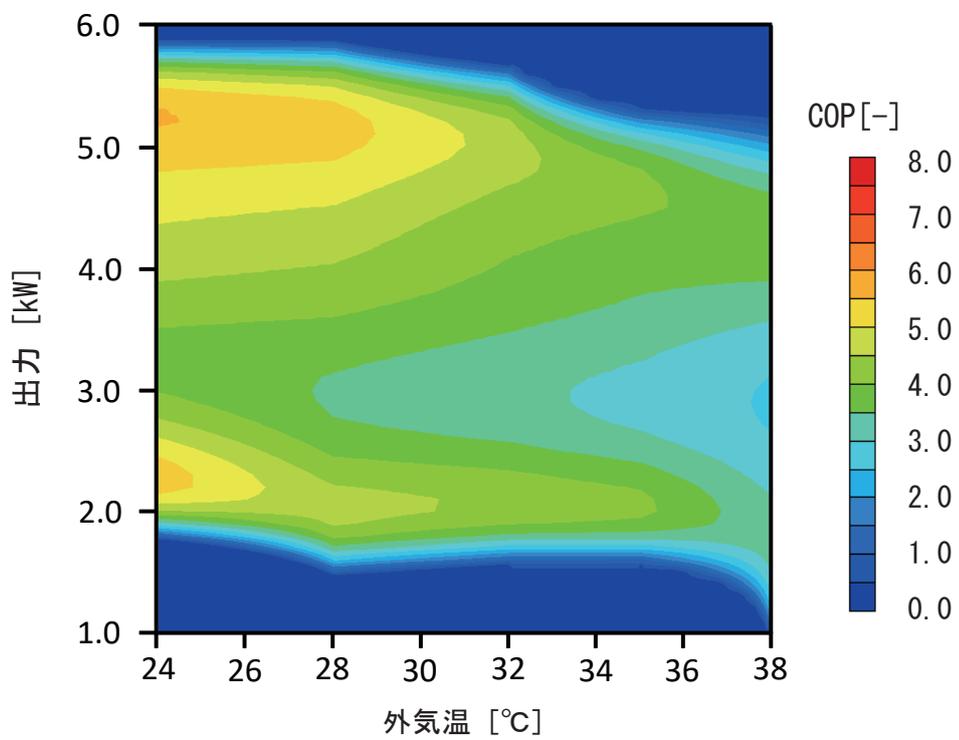
(1) 風量 4.0 [m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.2.4 風量別の COP マトリックス (エアコン 2-1)



(b) 冷房時

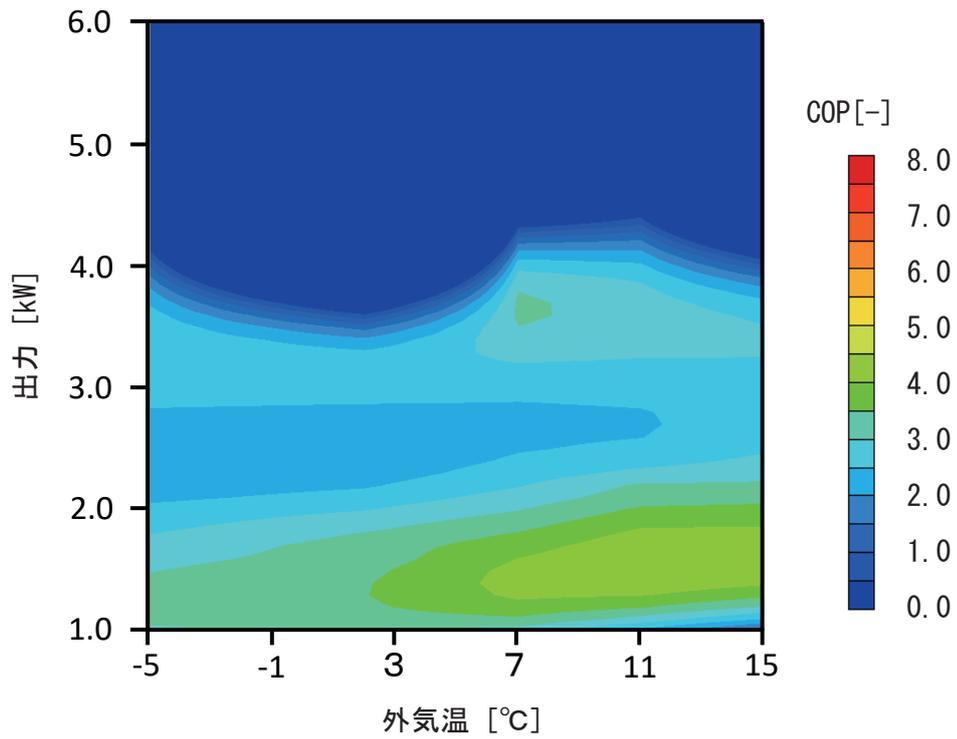
(2) 風量 8.0 [m³/min]



(b) 冷房時

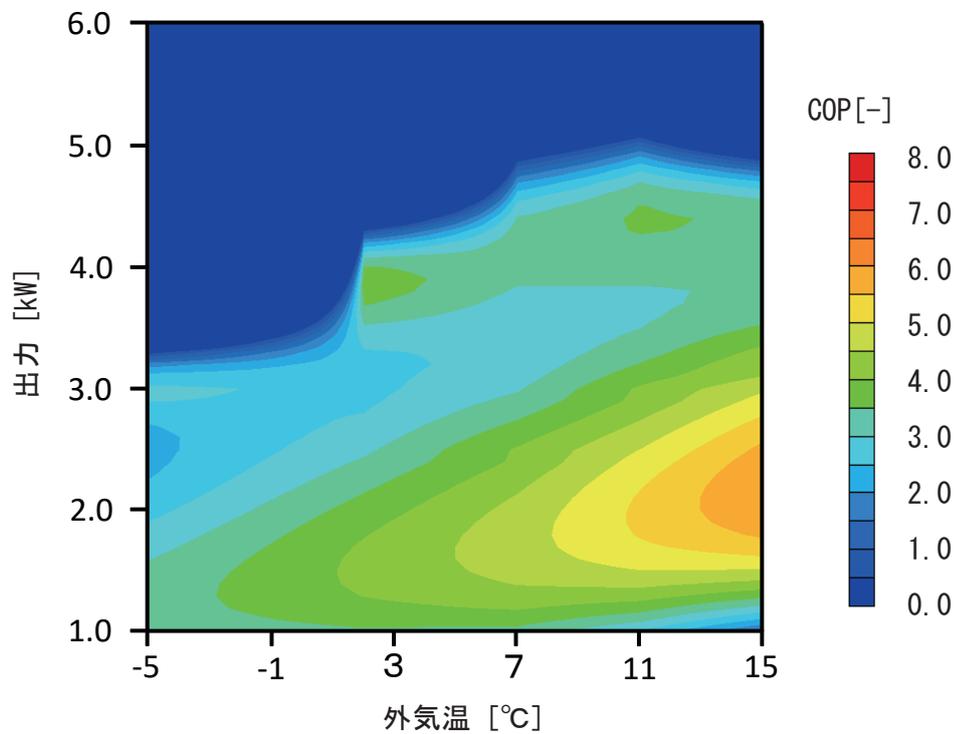
(3) 風量 11 [m³/min]

図 2.2.2.2.4 風量別の COP マトリックス (エアコン 2-1)



(a) 暖房時

(1) 風量 4.0 [m<sup>3</sup>/min]



(a) 暖房時

(2) 風量 7.5 [m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.2.5 風量別の COP マトリックス (エアコン 2-2)

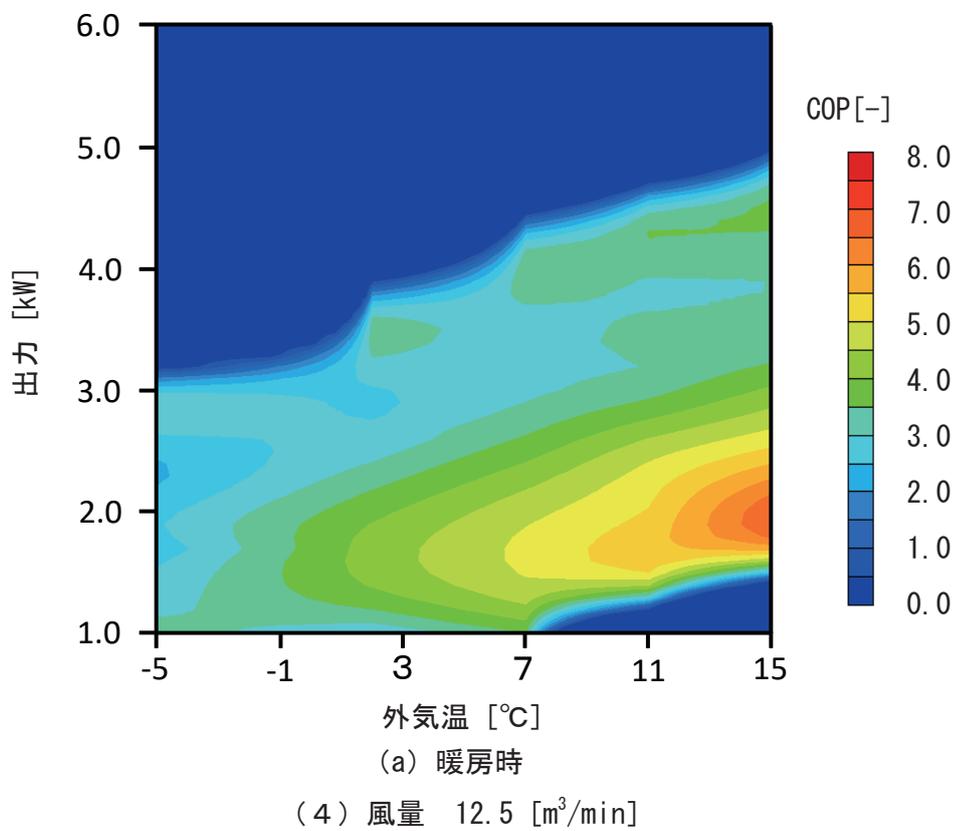
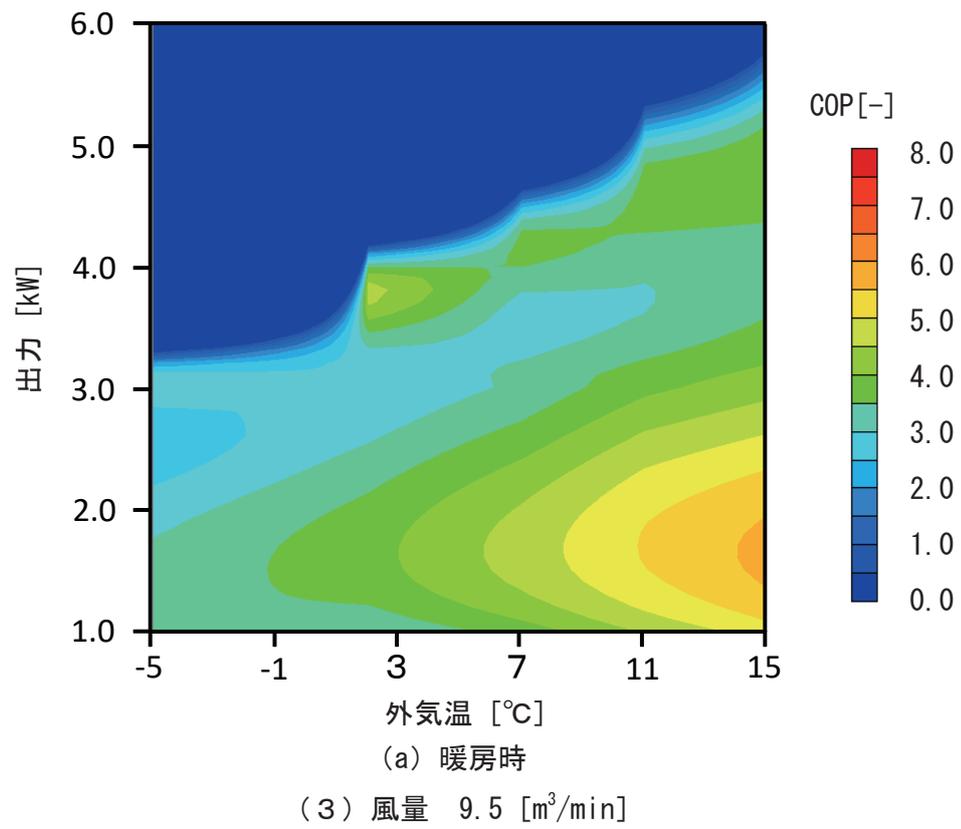
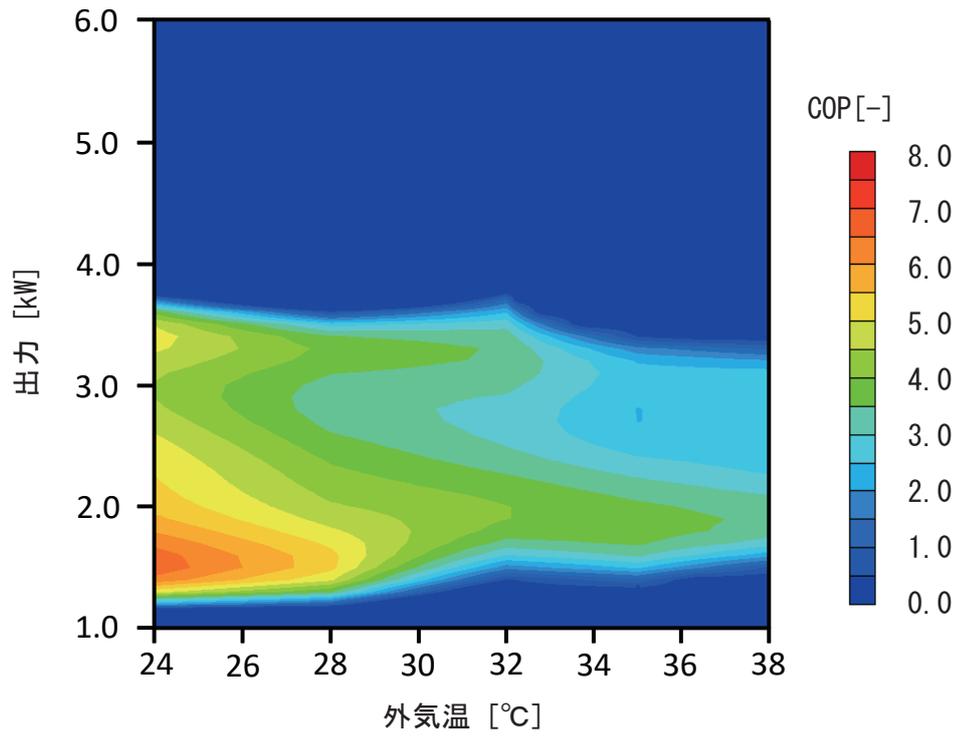
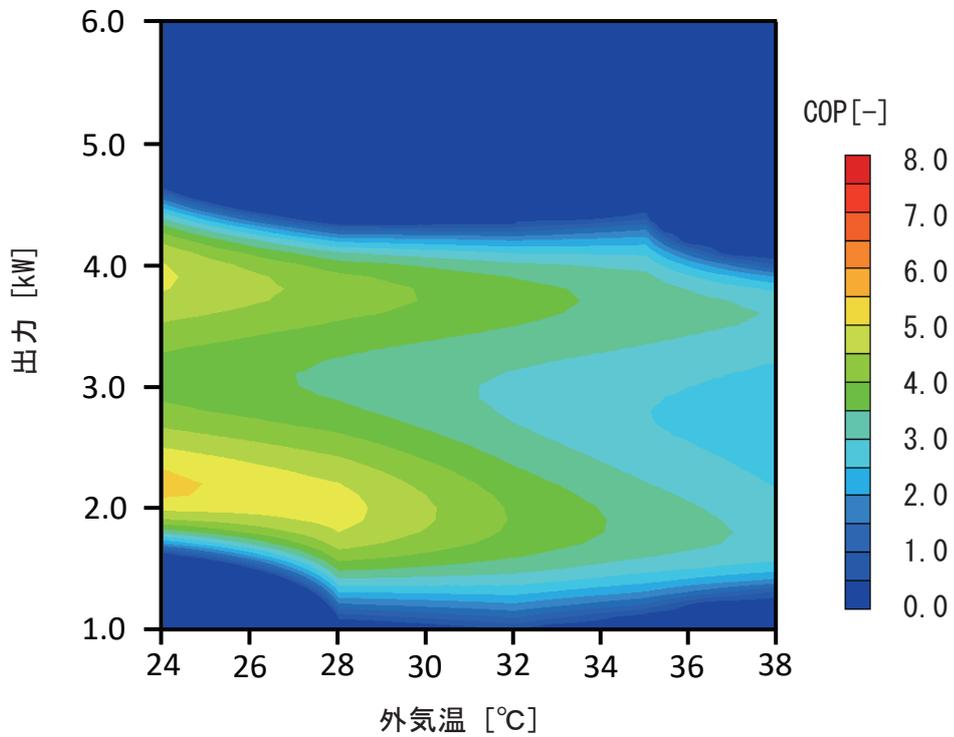


図 2.2.2.2.5 風量別の COP マトリックス (エアコン 2-2)



(b) 冷房時

(1) 風量 4.0 [m<sup>3</sup>/min]



(b) 冷房時

(2) 風量 8.0 [m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.2.5 風量別の COP マトリックス (エアコン 2-2)

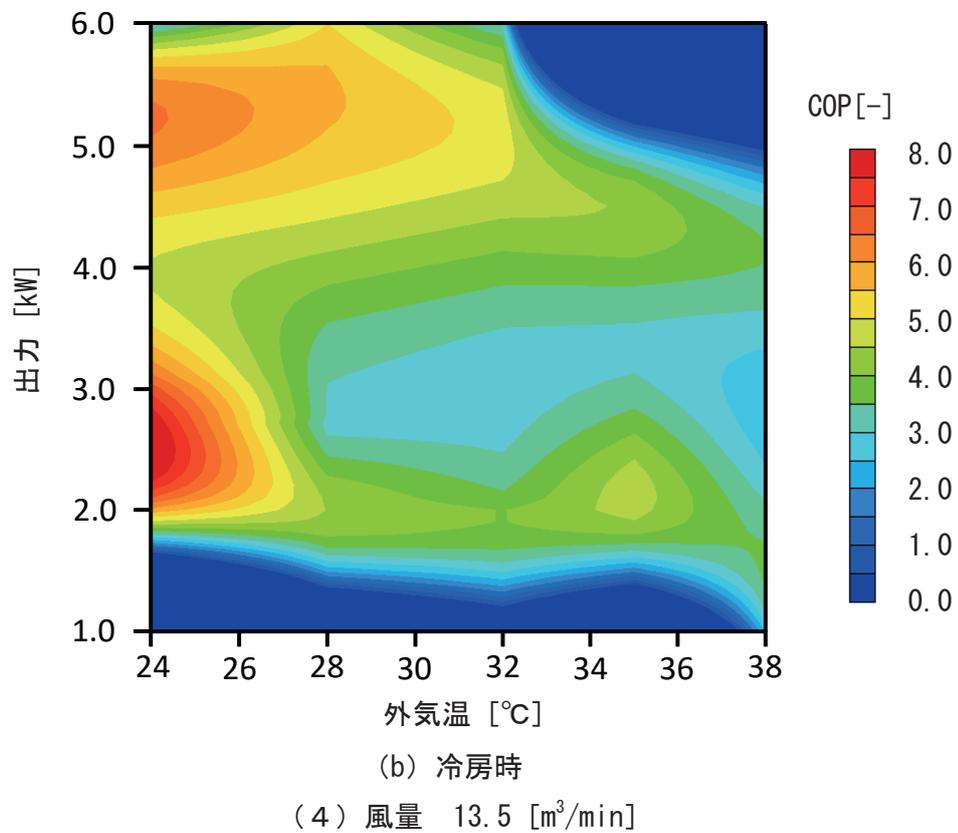
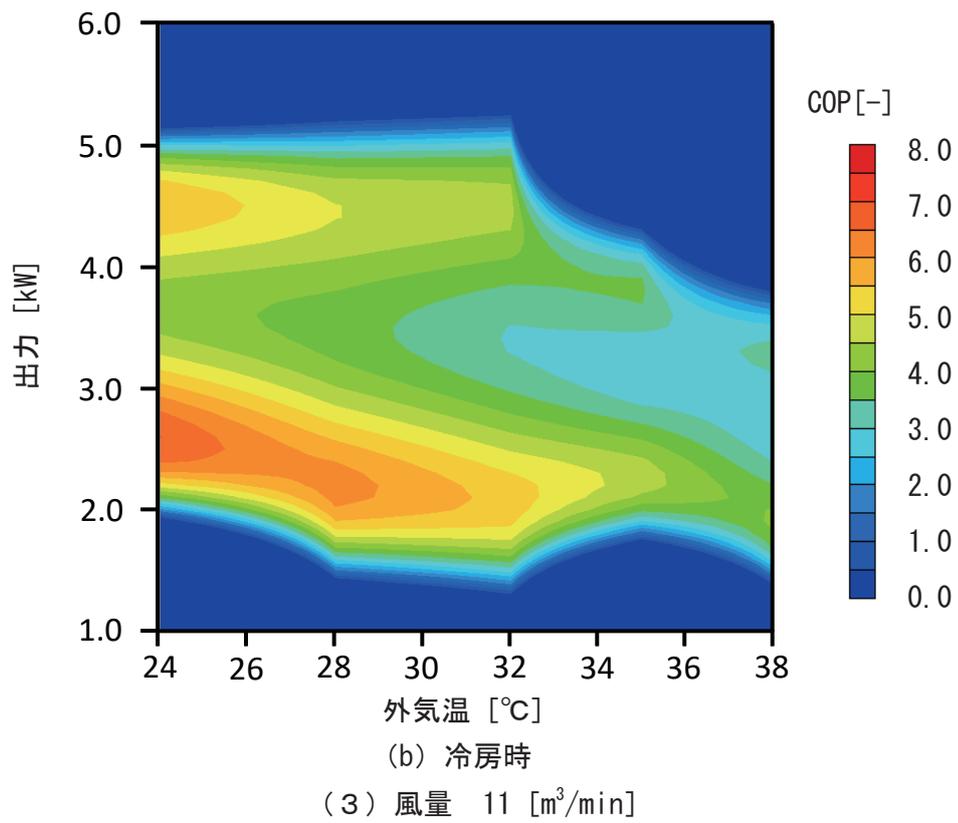
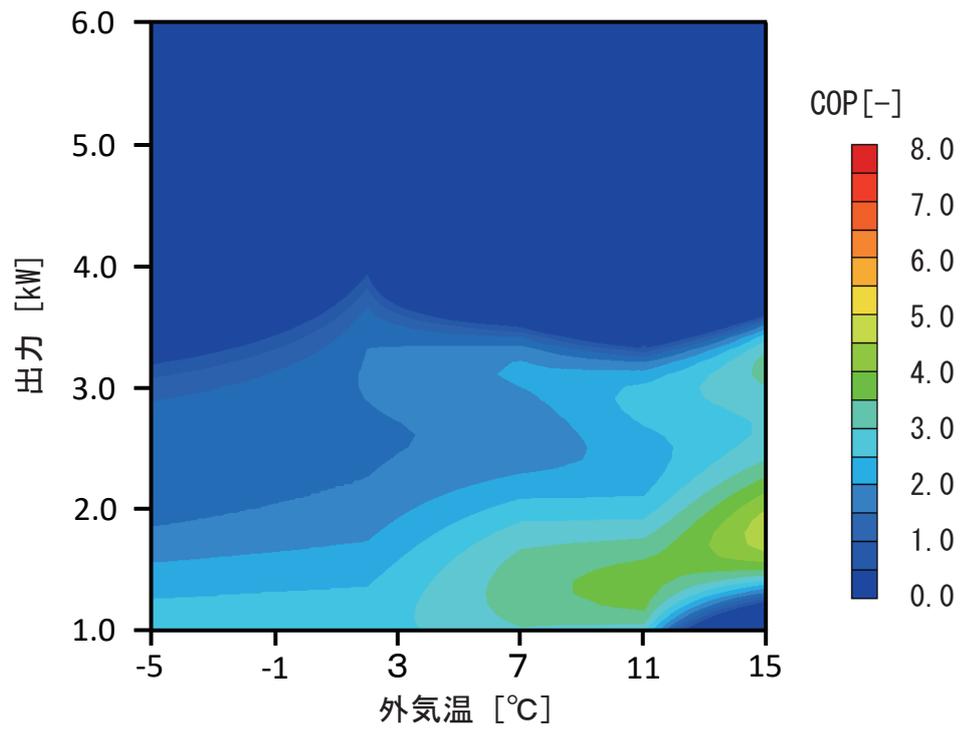
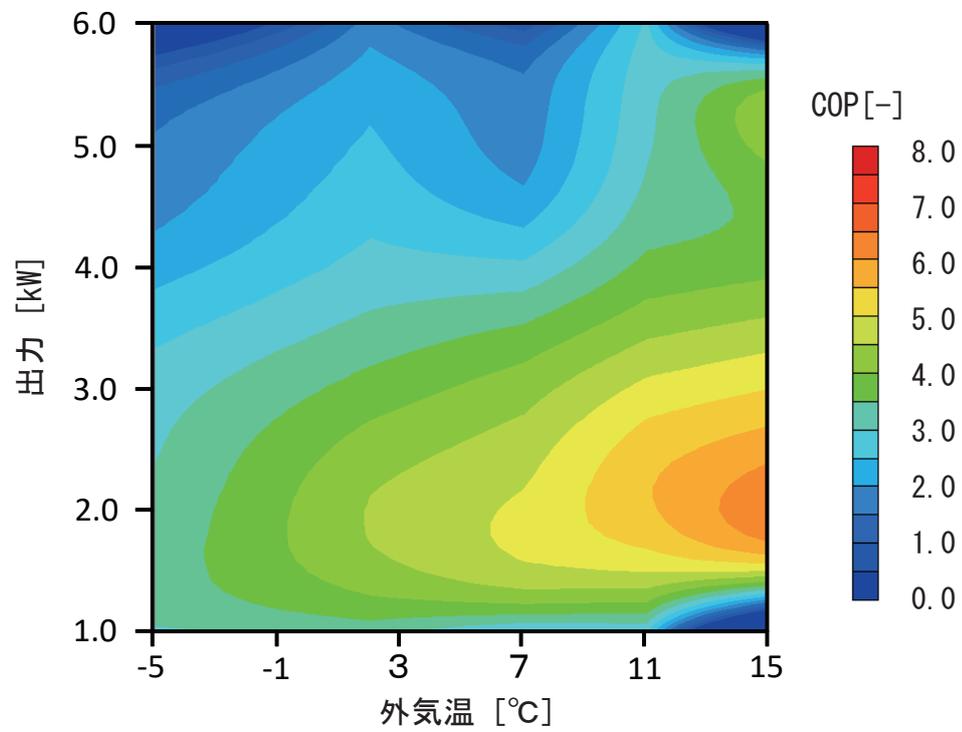


図 2.2.2.2.5 風量別の COP マトリックス (エアコン 2-2)



(a) 暖房時

(1) 風量 4.0 [m<sup>3</sup>/min]



(a) 暖房時

(2) 風量 7.5 [m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.2.6 風量別の COP マトリックス (エアコン 2-3)

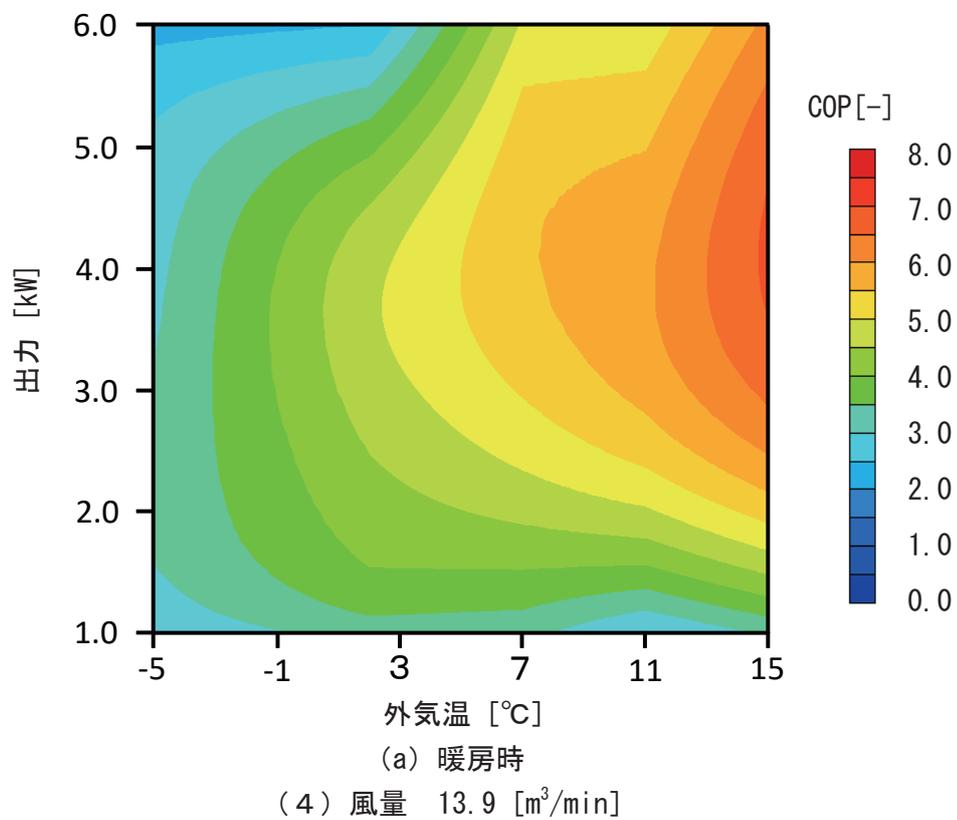
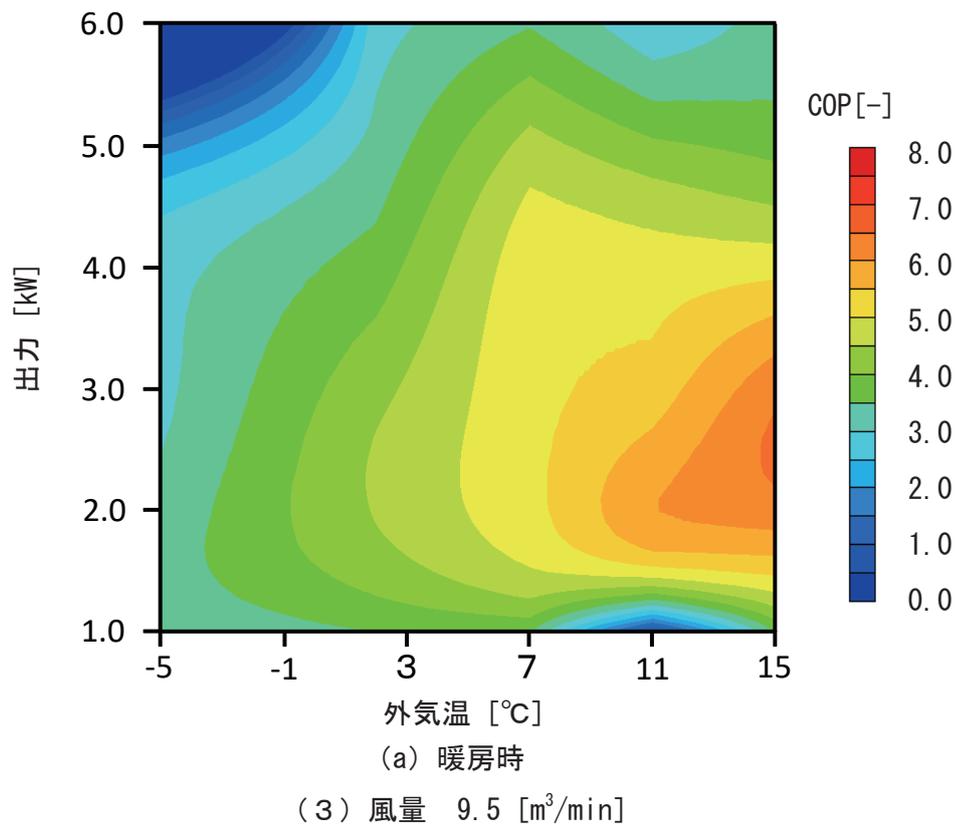
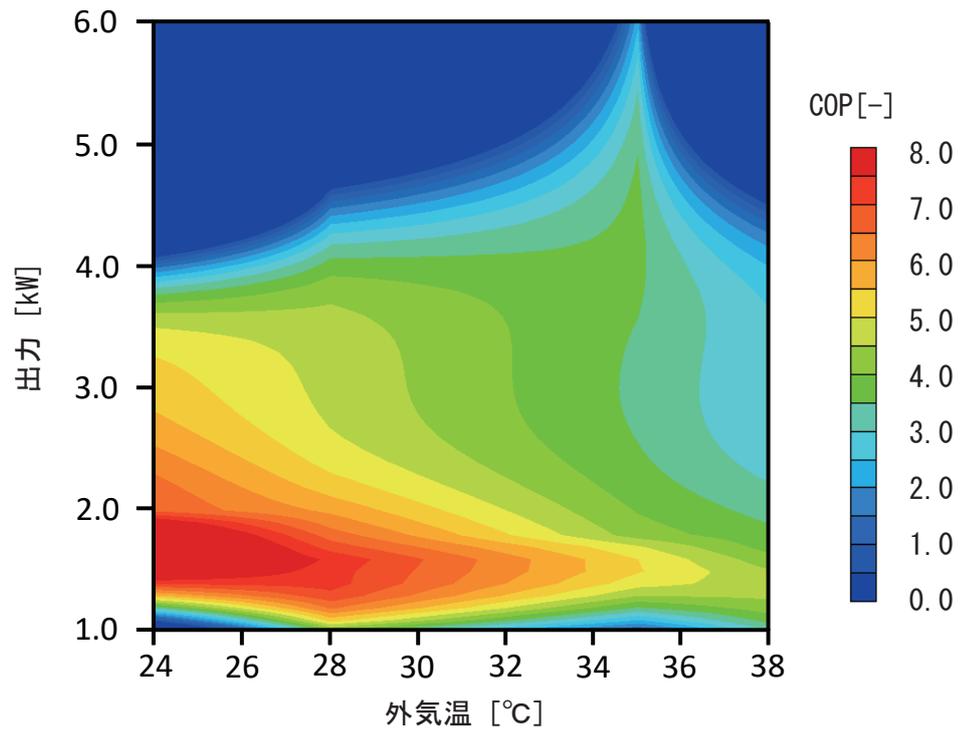
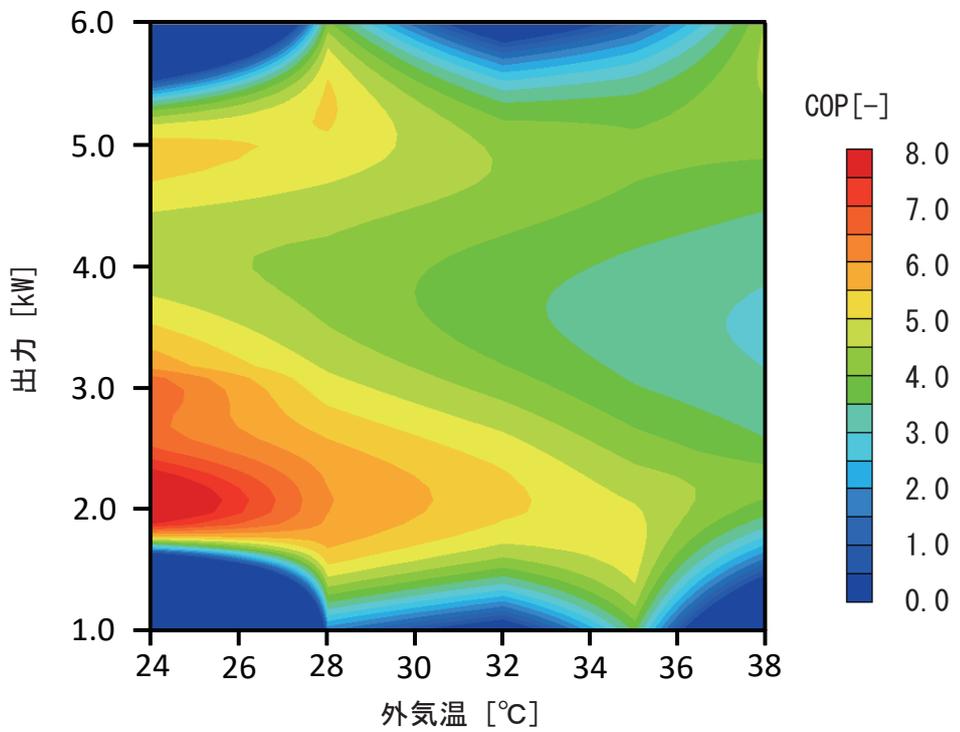


図 2. 2. 2. 2. 6 風量別の COP マトリックス (エアコン 2-3)

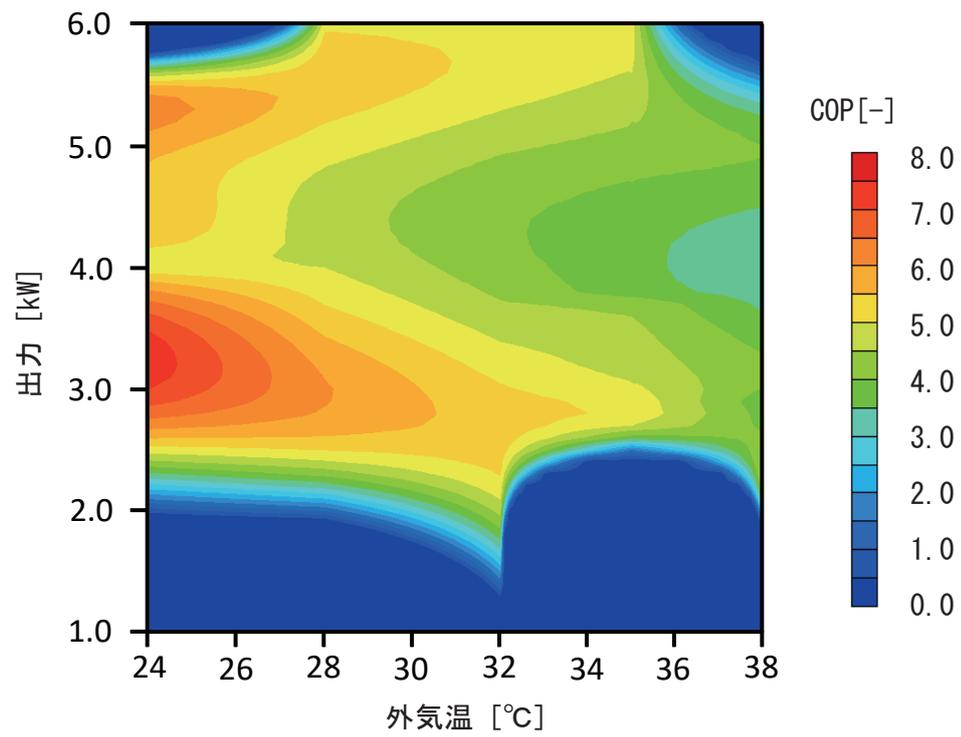


(b) 冷房時  
(1) 風量 4.0 [m<sup>3</sup>/min]



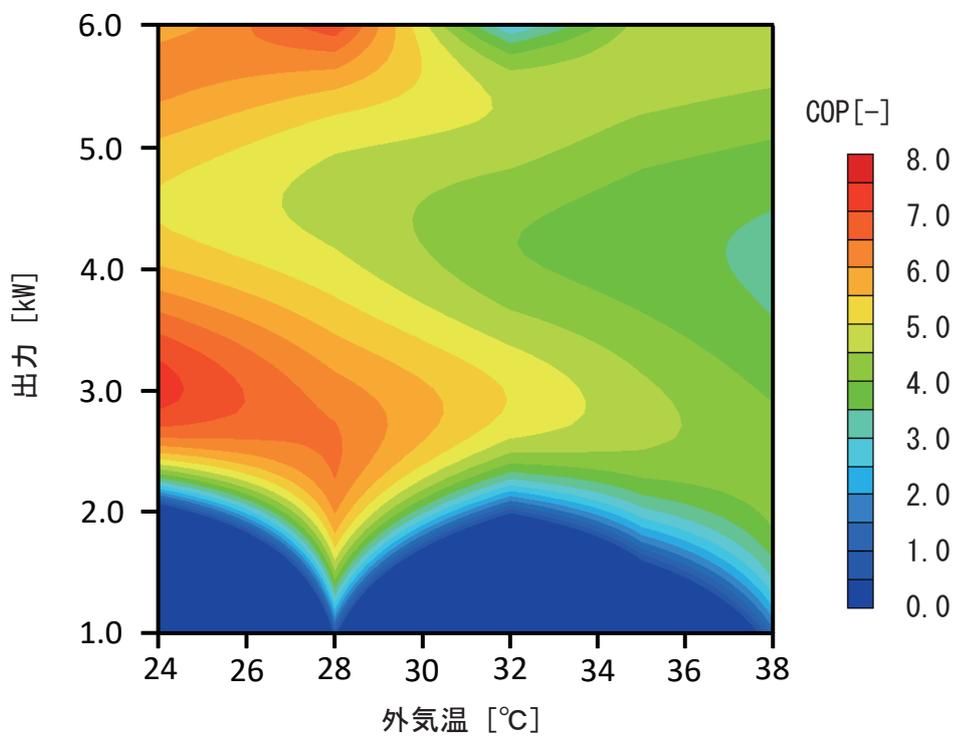
(b) 冷房時  
(2) 風量 7.0 [m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.2.6 風量別の COP マトリックス (エアコン 2-3)



(b) 冷房時

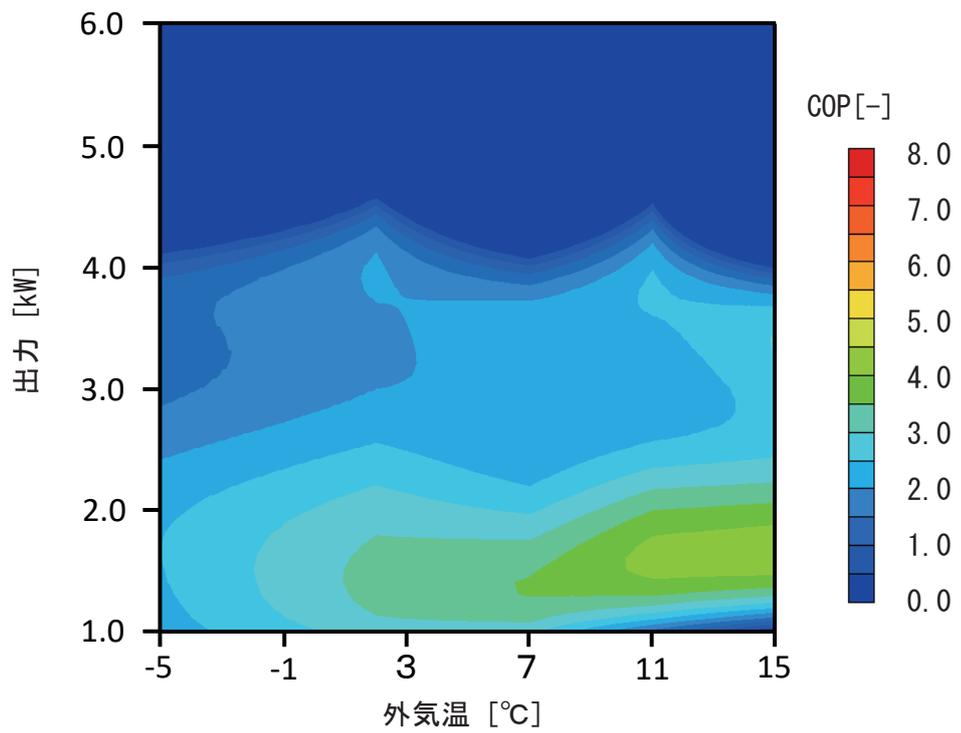
(3) 風量 9.5 [m<sup>3</sup>/min]



(b) 冷房時

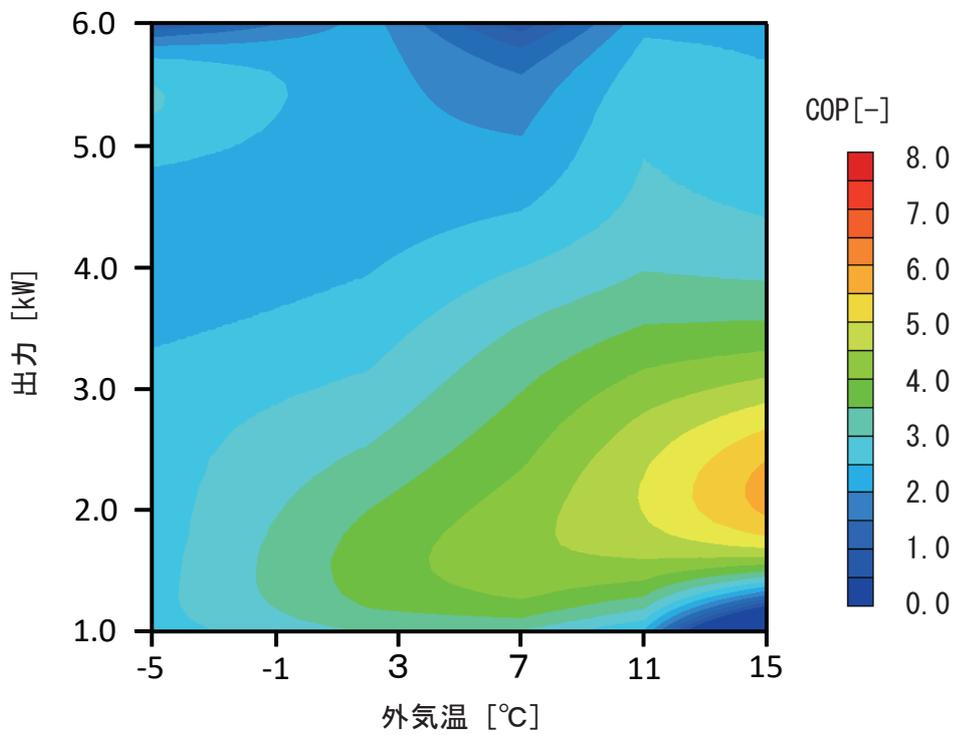
(4) 風量 11.8 [m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.2.6 風量別の COP マトリックス (エアコン 2-3)



(a) 暖房時

(1) 風量 5.5 [m<sup>3</sup>/min]



(a) 暖房時

(2) 風量 7.5 [m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.2.7 風量別の COP マトリックス (エアコン 2-4)

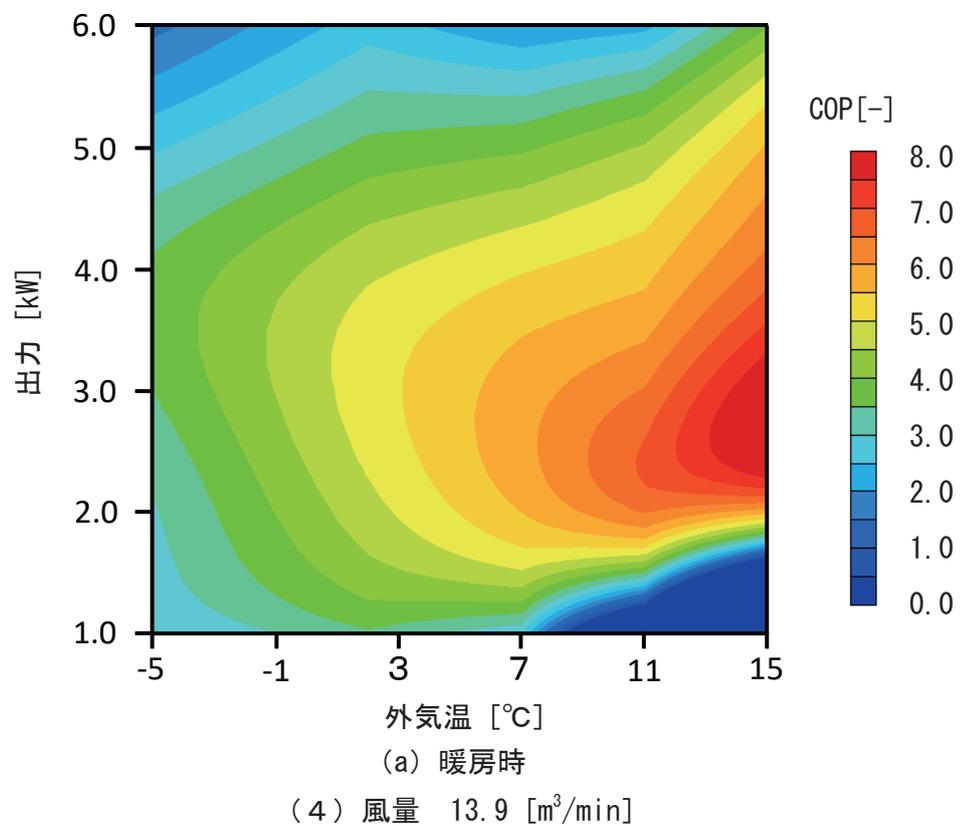
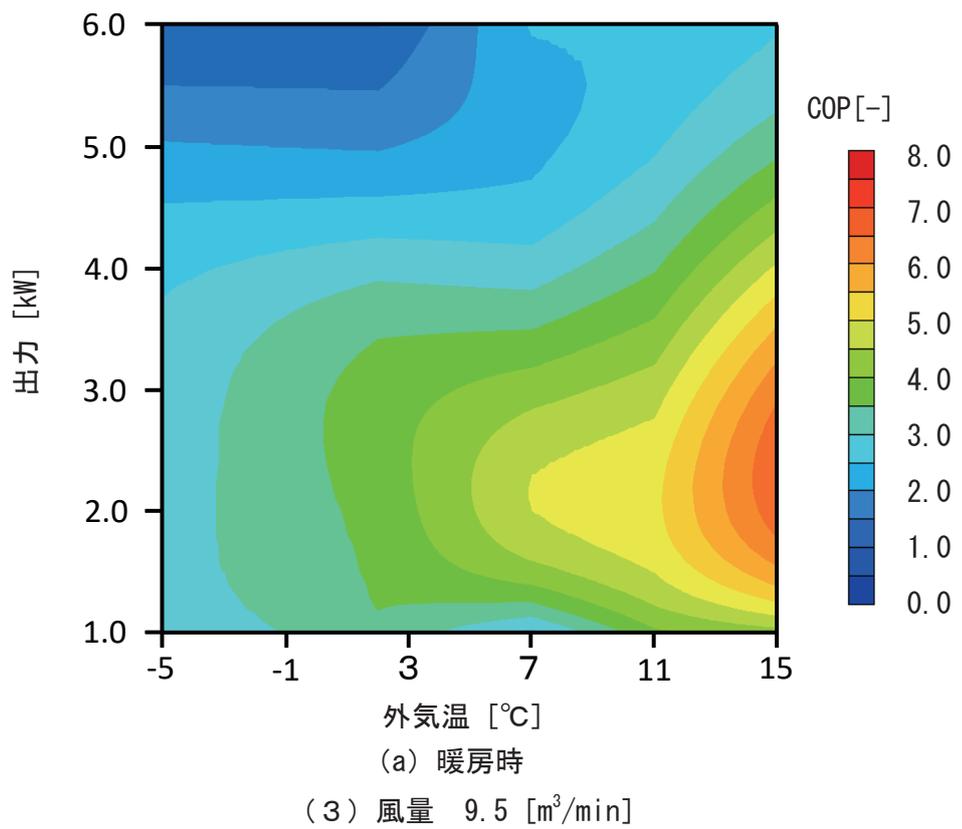
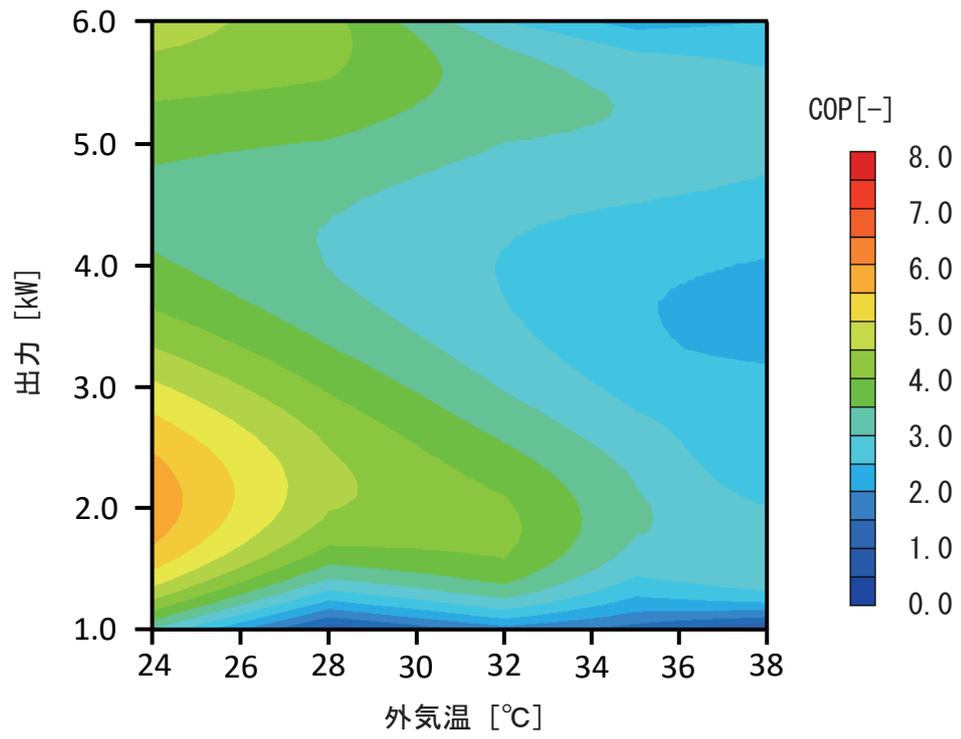
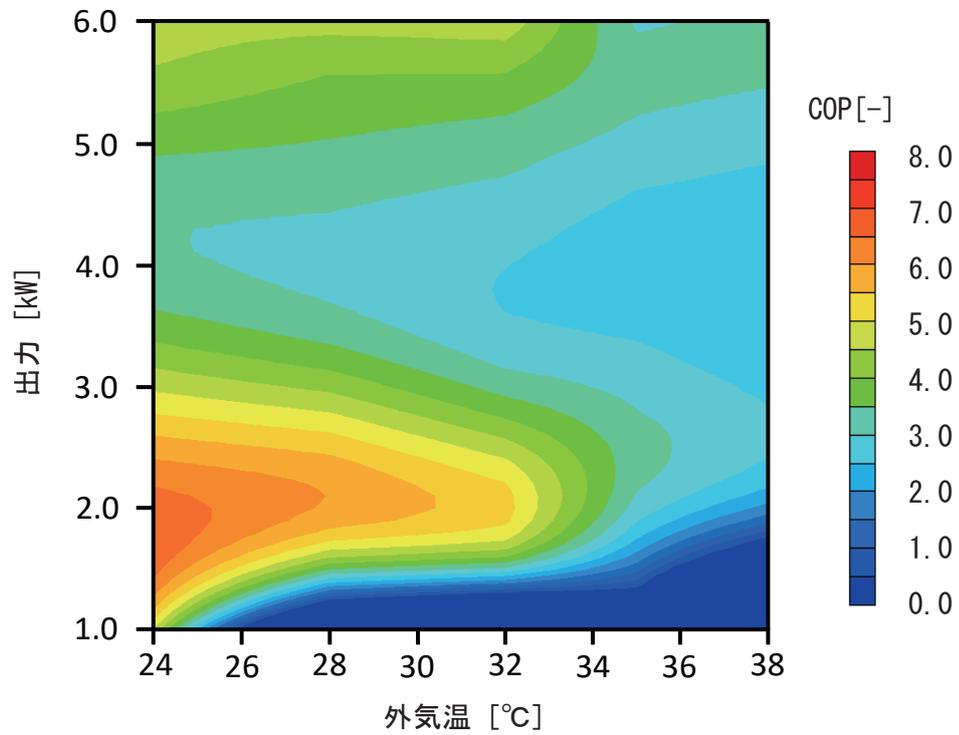


図 2.2.2.2.7 風量別の COP マトリックス (エアコン 2-4)

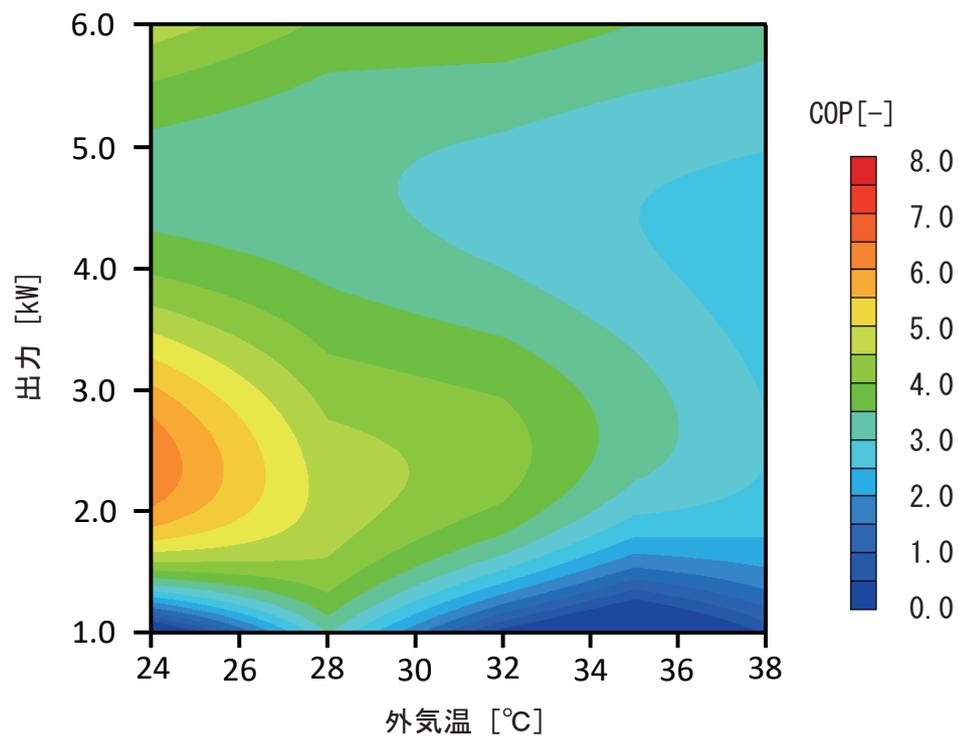


(b) 冷房時  
(1) 風量 7.0 [m<sup>3</sup>/min]



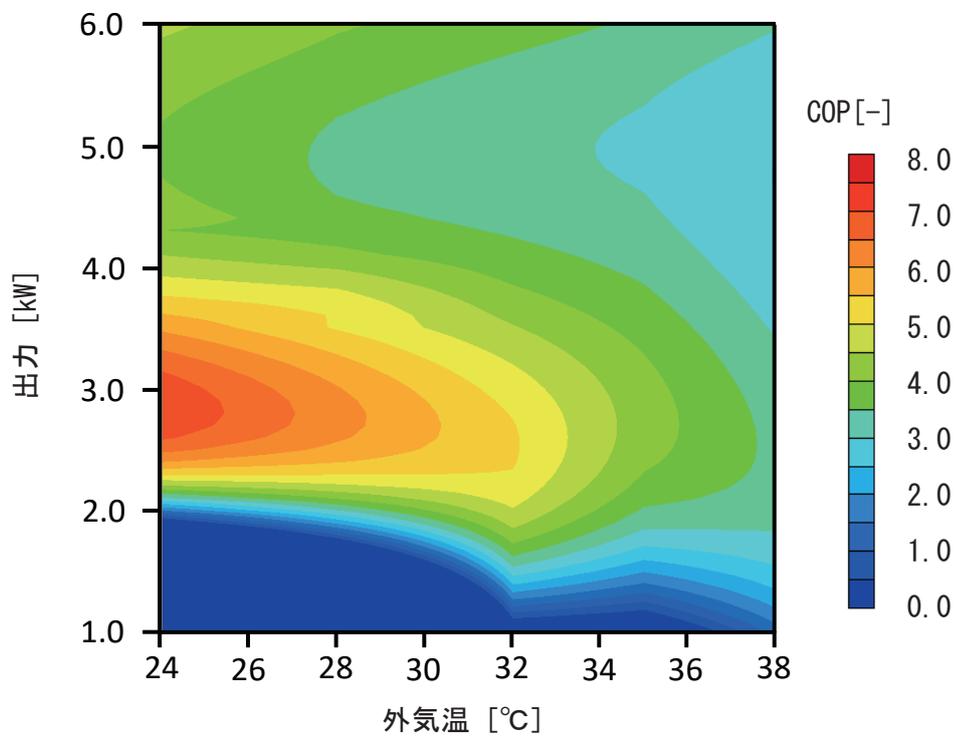
(b) 冷房時  
(2) 風量 9.5 [m<sup>3</sup>/min]

図 2.2.2.2.7 風量別の COP マトリックス (エアコン 2-4)



(b) 冷房時

(3) 風量 11 [m<sup>3</sup>/min]



(b) 冷房時

(4) 風量 13.5 [m<sup>3</sup>/min]

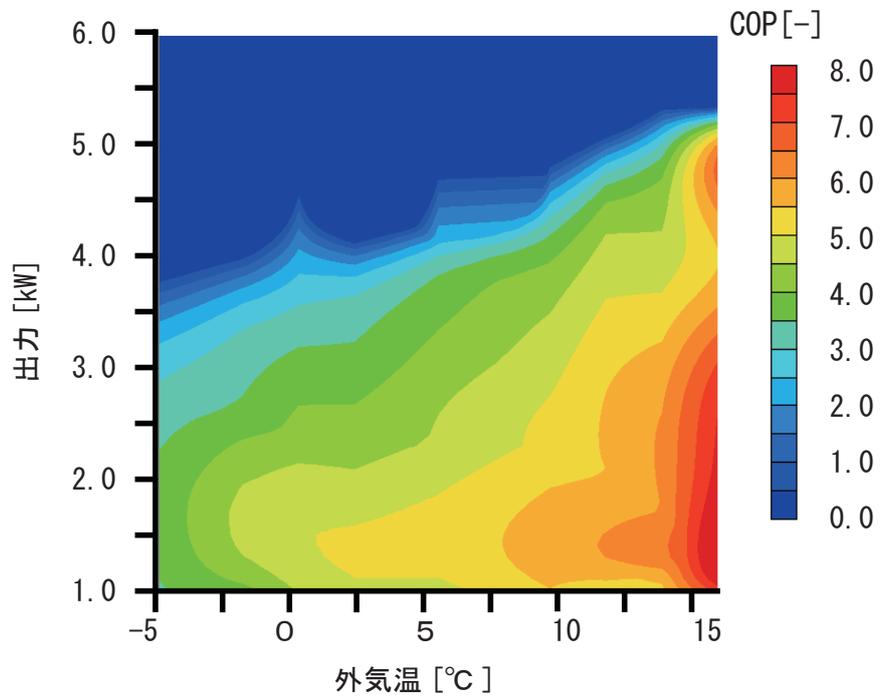
図 2.2.2.2.7 風量別の COP マトリックス (エアコン 2-4)

### 2.2.2.3 風量別の COP マトリックスの合成結果

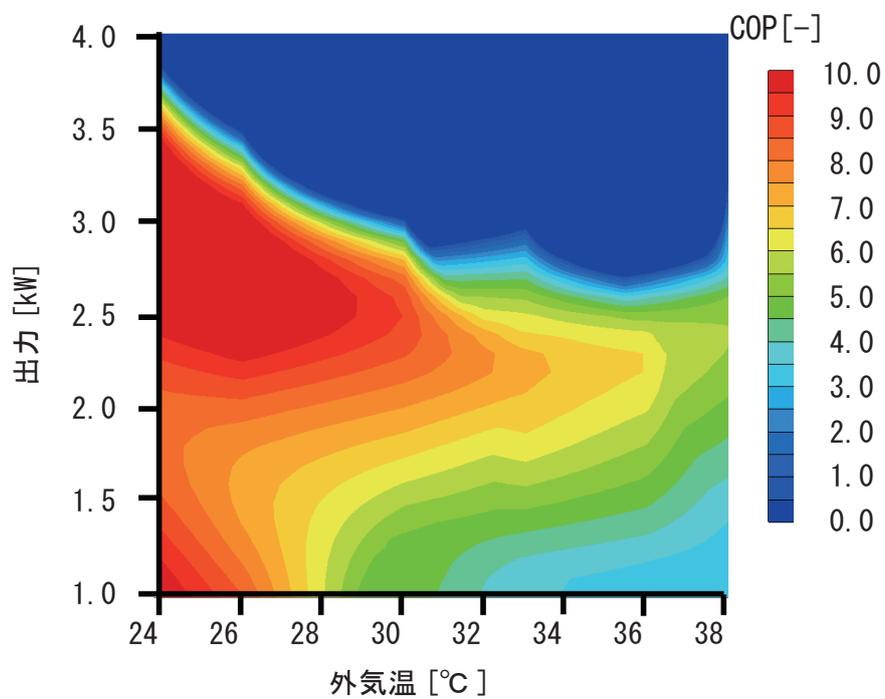
図 2.2.2.3.1 に各エアコンの風量合成 COP マトリックスを示す。風量合成 COP マトリックスは、風量別に測定した COP マトリックスとほぼ同様の特徴が見られる。定格出力の低いエアコンの方が、定格出力の高いエアコンと比較して、暖冷房時共に COP が高い。

図 2.2.2.3.2 に合成に用いた各エアコンの風量別マトリックスの分布を示す。A 社製エアコン 1-1 とエアコン 1-4 は、暖房時では全体的に風量固定で測定された最大風量である COP マトリックスの値が分布している。冷房時では全ての風量のマトリックスが混在して分布しているが、暖房時と同様に比較的風量固定で測定された風量の多い COP マトリックスの値が風量合成 COP マトリックスを占めている。

B 社製エアコン 2-3・2-4 の暖房時では全体的に各機種別の風量固定で測定された最大風量時の COP マトリックスの値が相対的に多く分布している。エアコン 2-1・2-2 の暖房時では各機種別の風量固定で測定された最大風量に対して約 60～75 [%] の風量である COP マトリックスの値が相対的に多く分布している。冷房時では全ての風量の COP マトリックスが混在して分布しているが、比較的風量の多い COP マトリックスの値が風量合成 COP マトリックスを占める傾向がある。



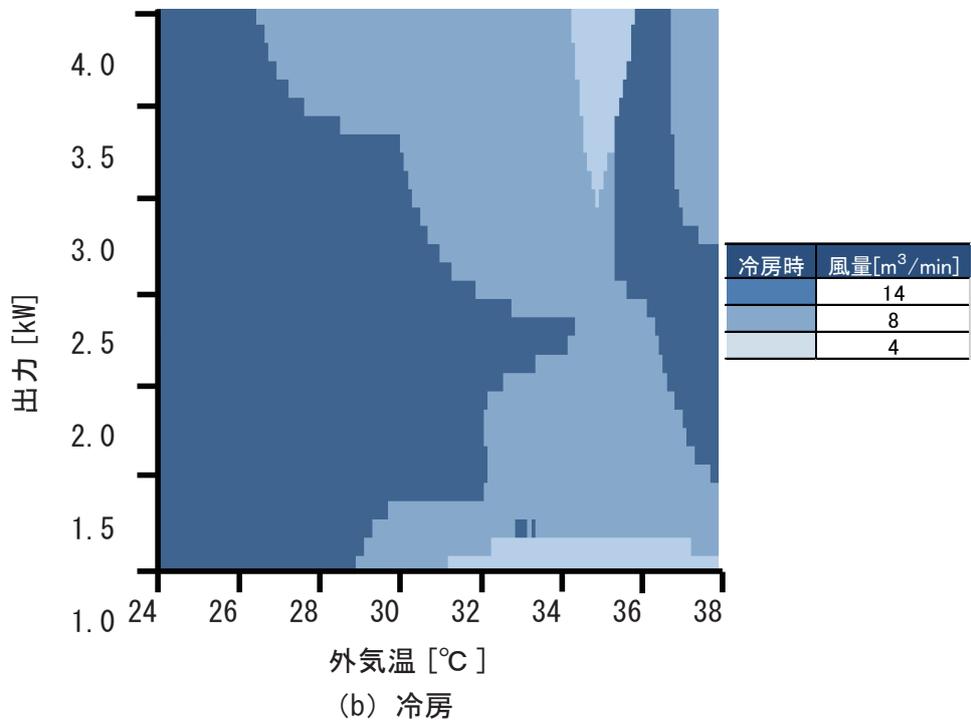
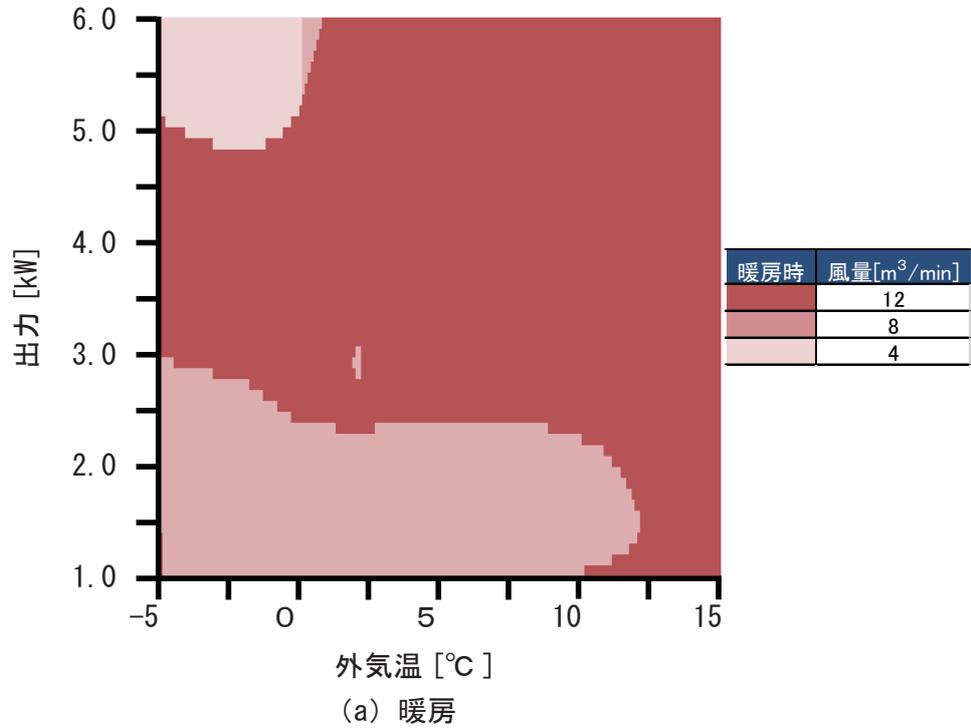
(a) 暖房



(b) 冷房

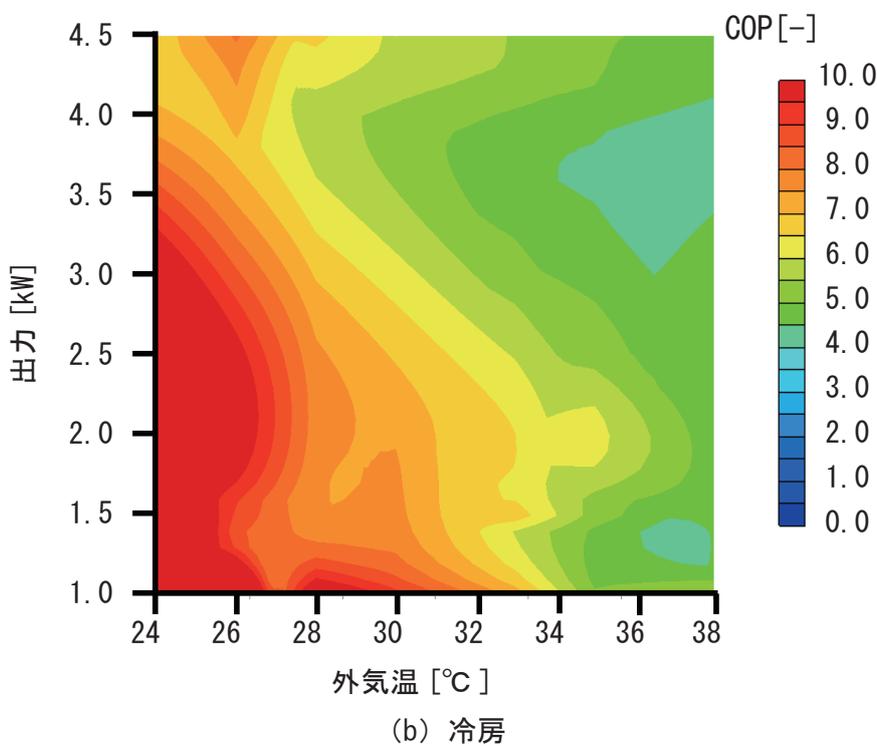
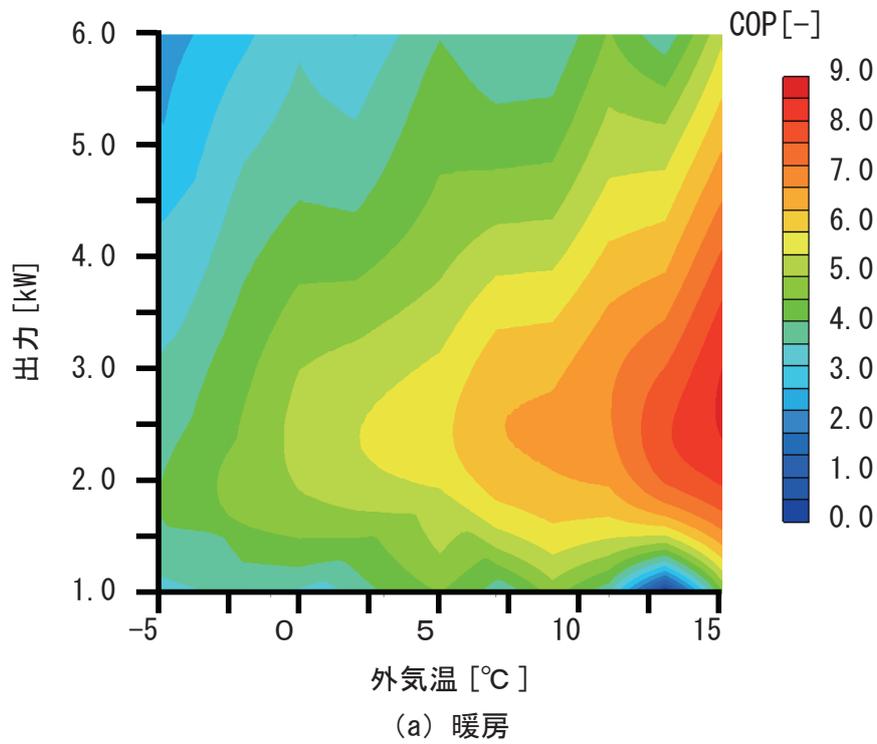
(1) エアコン 1-1

図 2.2.2.3.1 作成した風量合成 COP マトリックス (A社製)



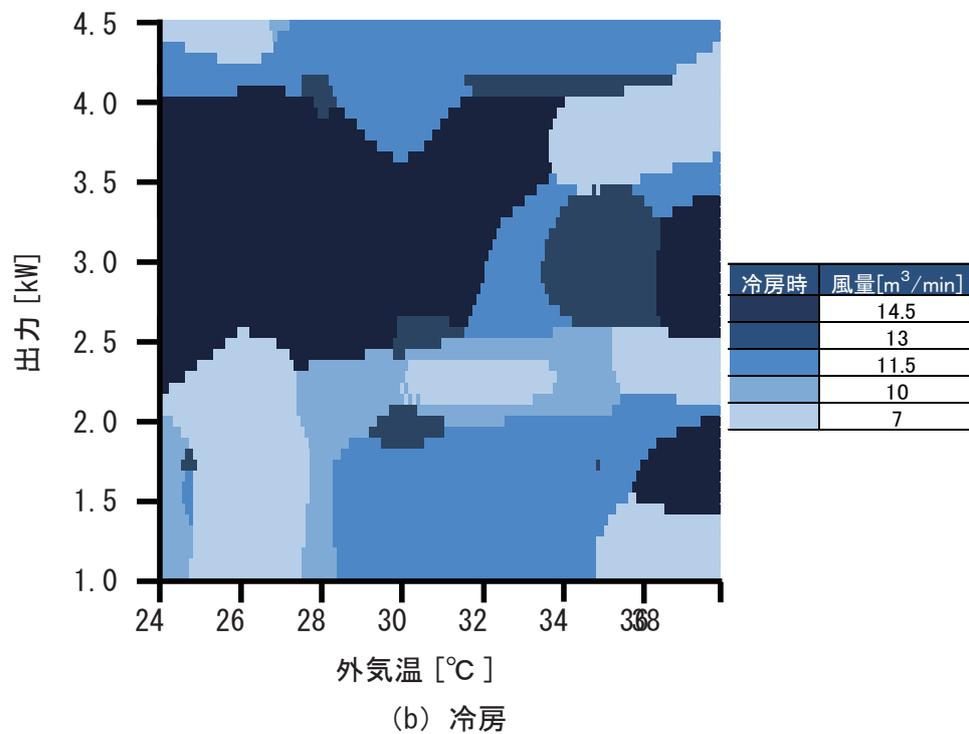
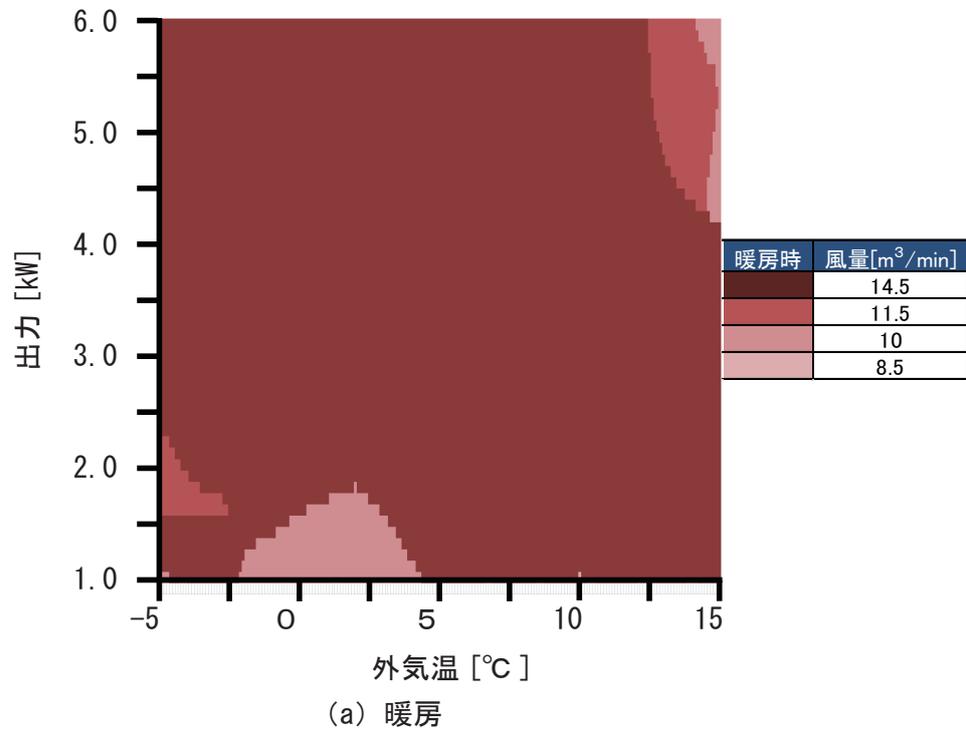
(1) エアコン 1-1

図 2.2.2.3.2 合成に用いた風量別マトリックスの分布 (A社製)



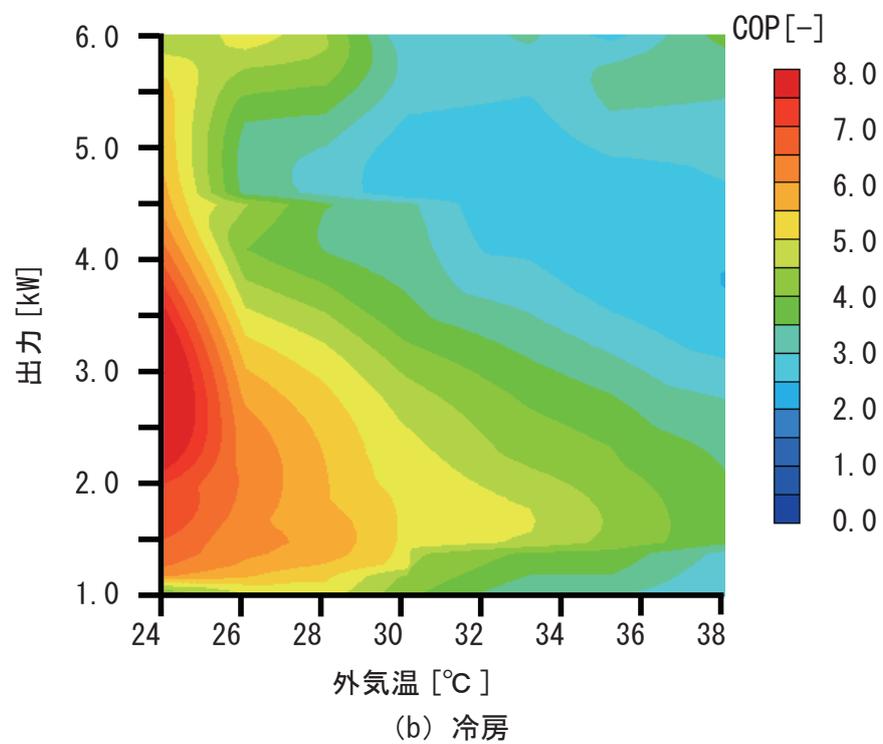
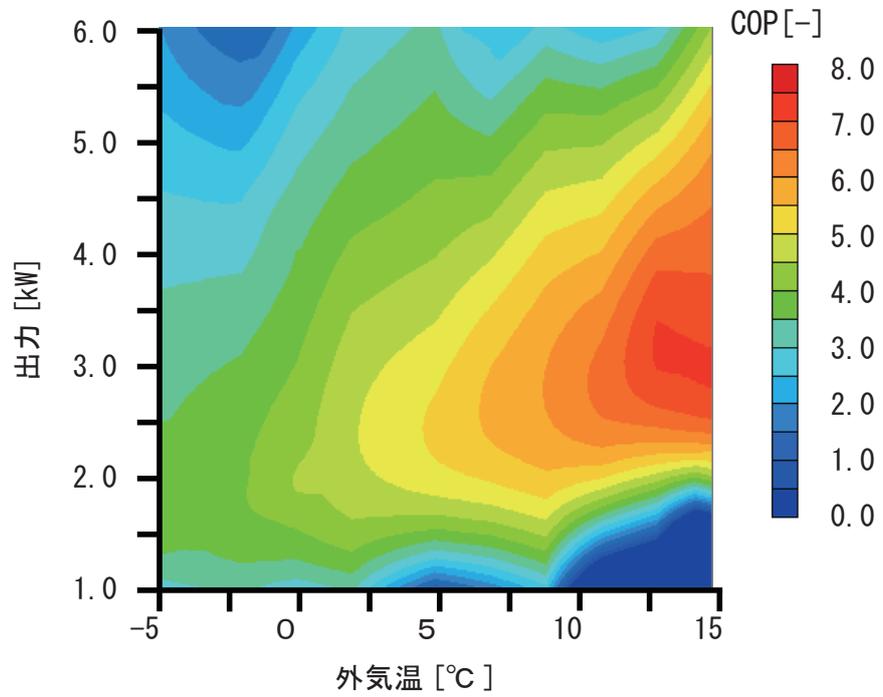
(2) エアコン 1-3

図 2.2.2.3.1 作成した風量合成 COP マトリックス (A社製)



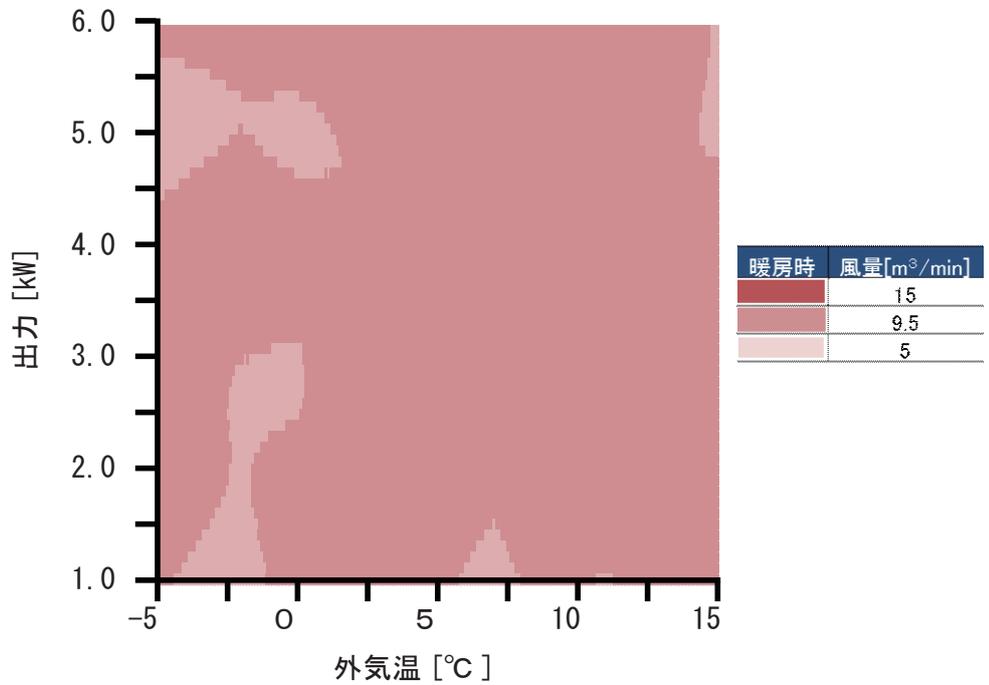
(2) エアコン1-3

図 2.2.2.3.2 合成に用いた風量別マトリックスの分布 (A社製)

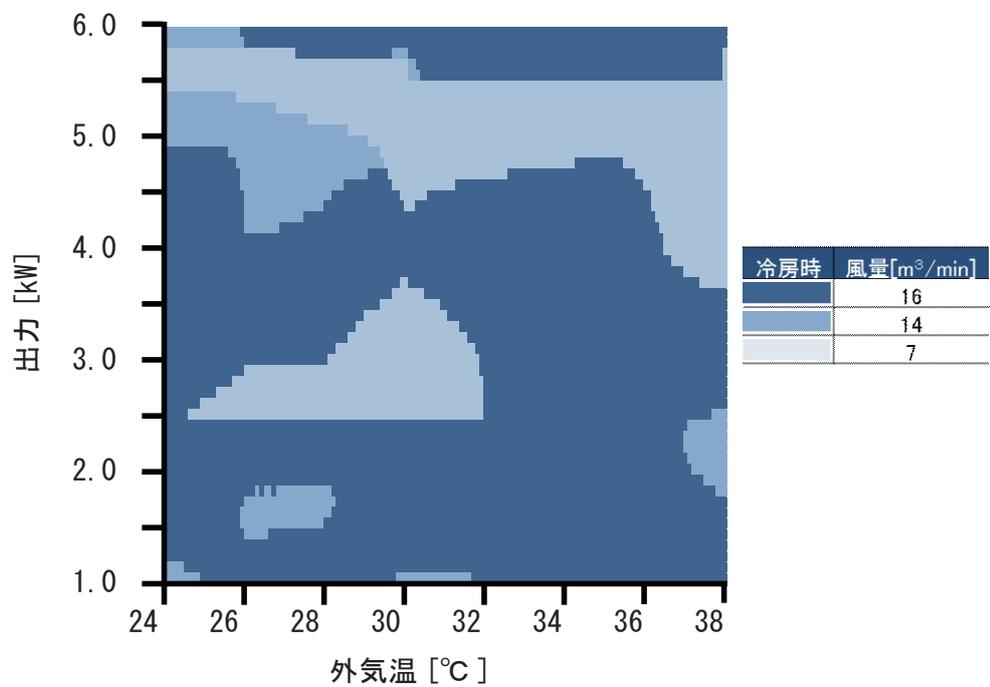


(3) エアコン1-4

図 2.2.2.3.1 作成した風量合成 COP マトリックス (A社製)



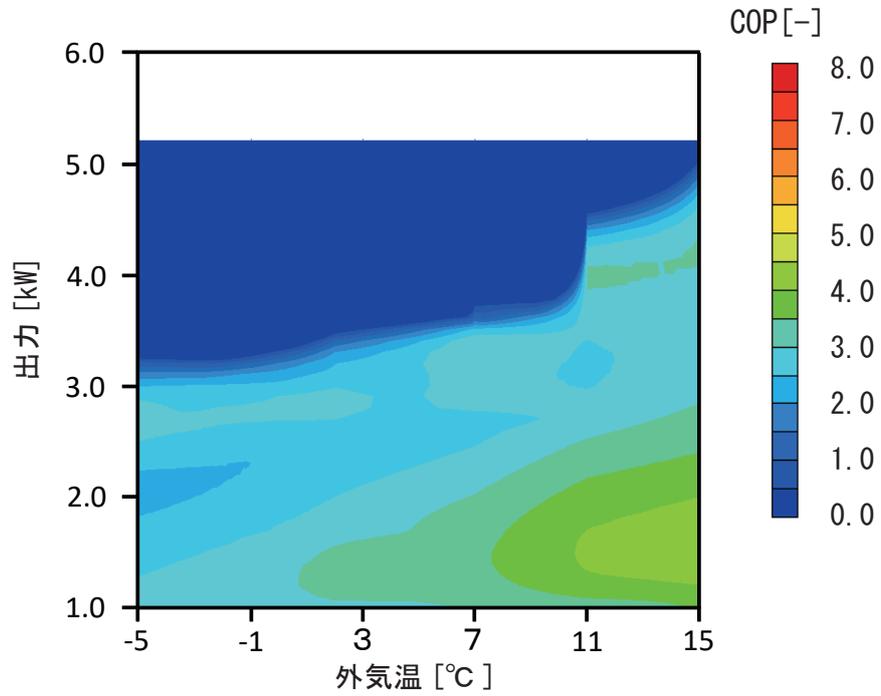
(a) 暖房



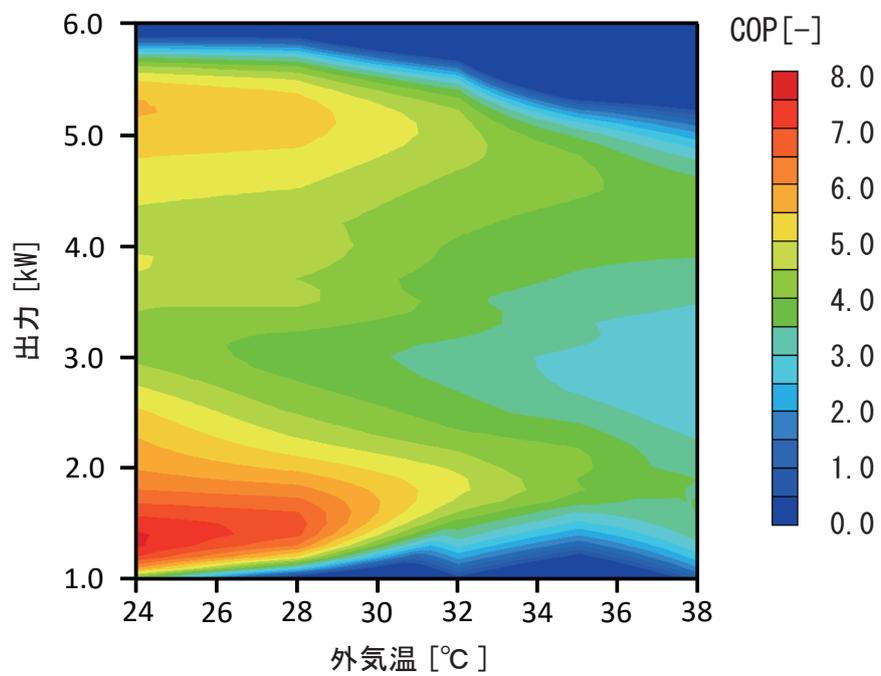
(b) 冷房

(3) エアコン 1-4

図 2.2.2.3.2 合成に用いた風量別マトリックスの分布 (A社製)



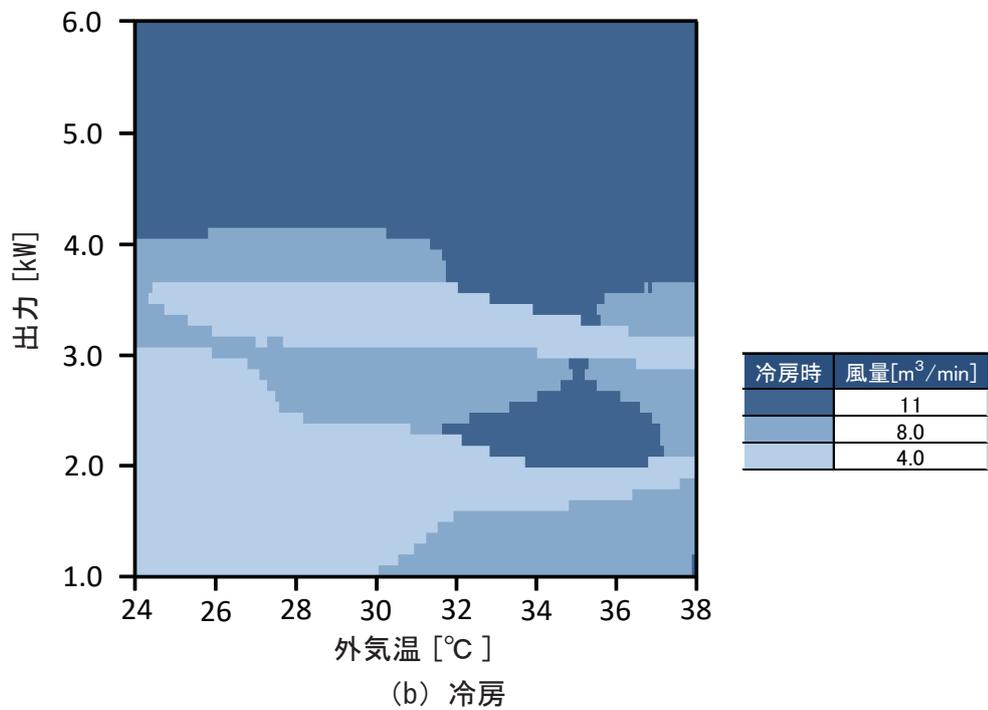
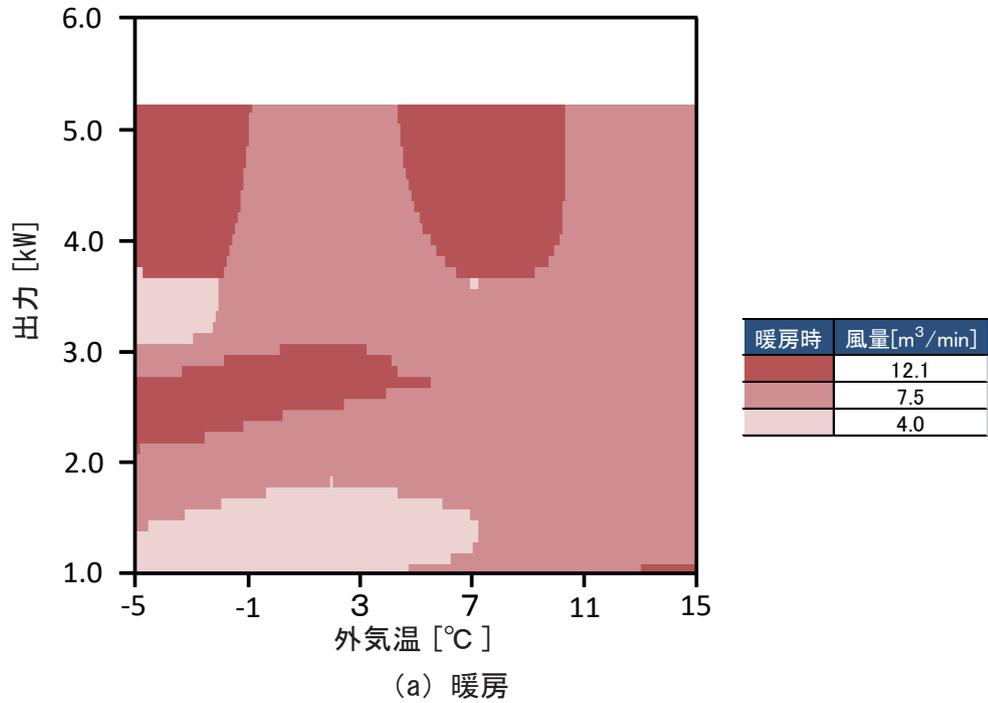
(a) 暖房



(b) 冷房

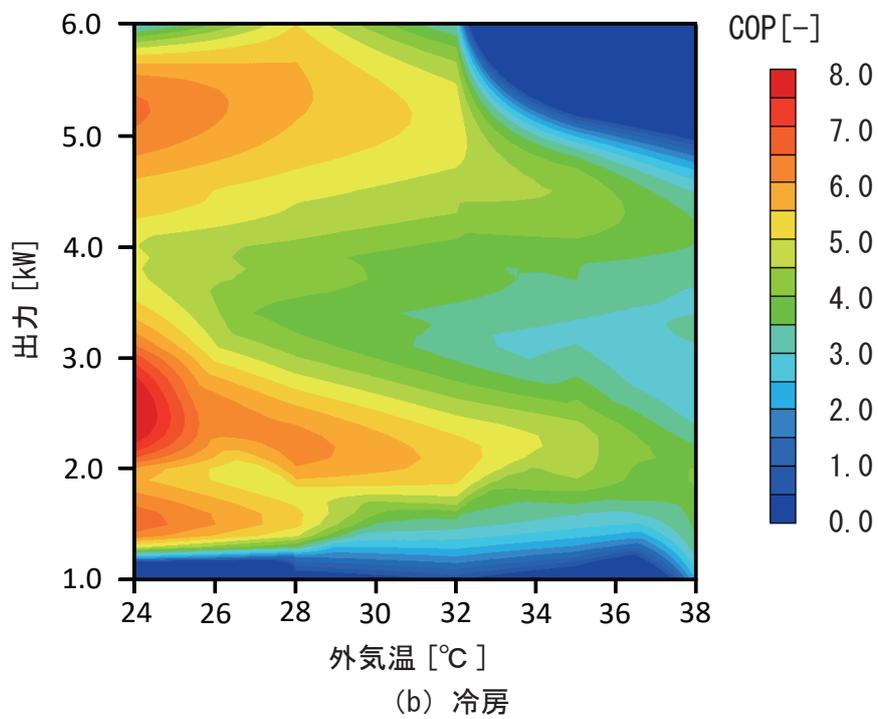
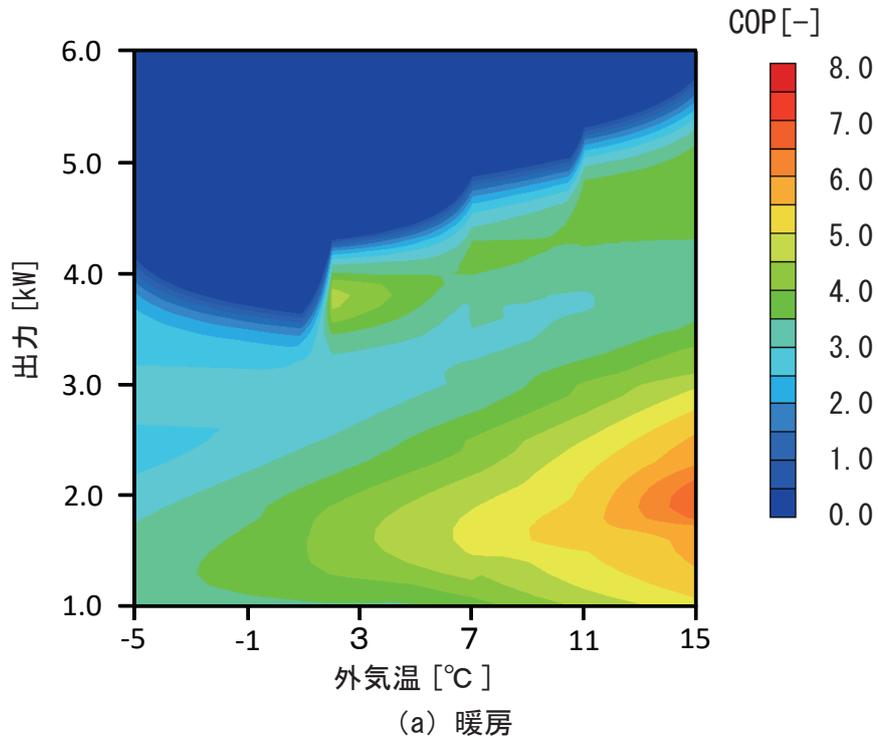
(4) エアコン 2-1

図 2.2.2.3.1 作成した風量合成 COP マトリックス (B社製)



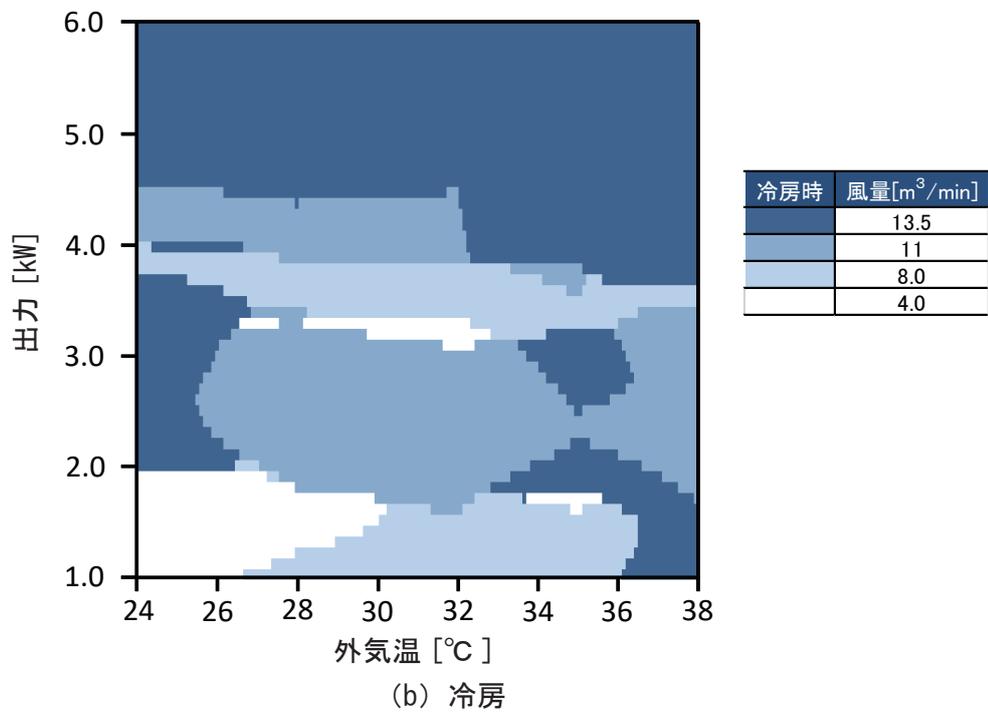
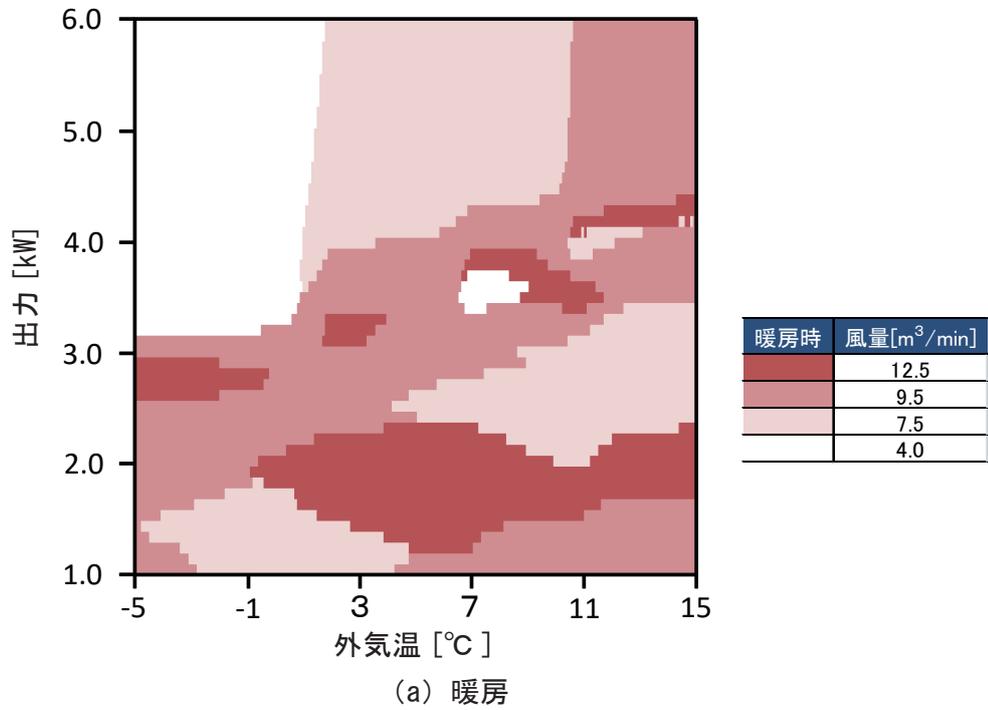
(4) エアコン 2-1

図 2.2.2.3.2 合成に用いた風量別マトリックスの分布 (B社製)



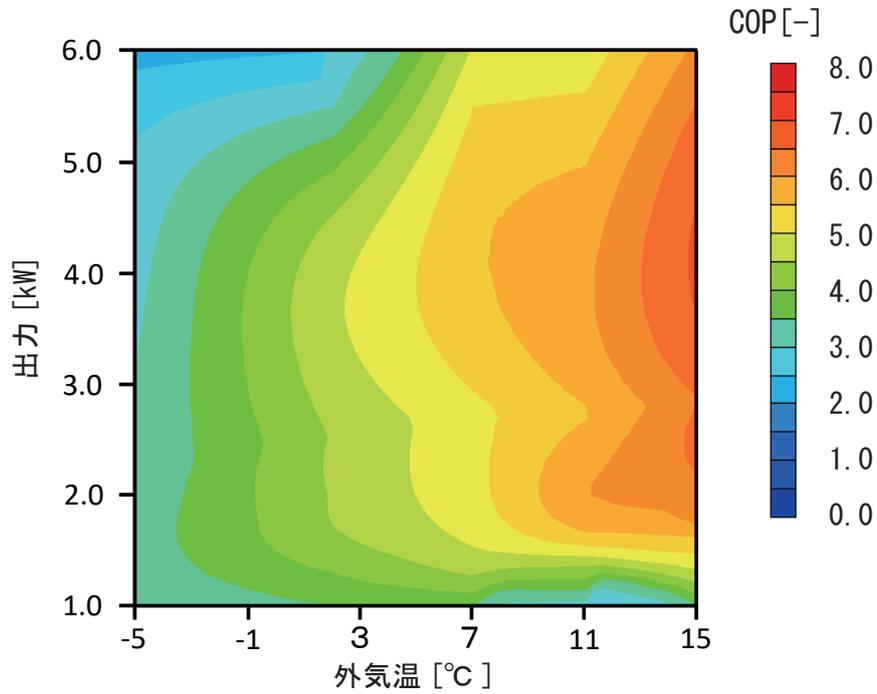
(5) エアコン 2-2

図 2.2.2.3.1 作成した風量合成 COP マトリックス (B社製)

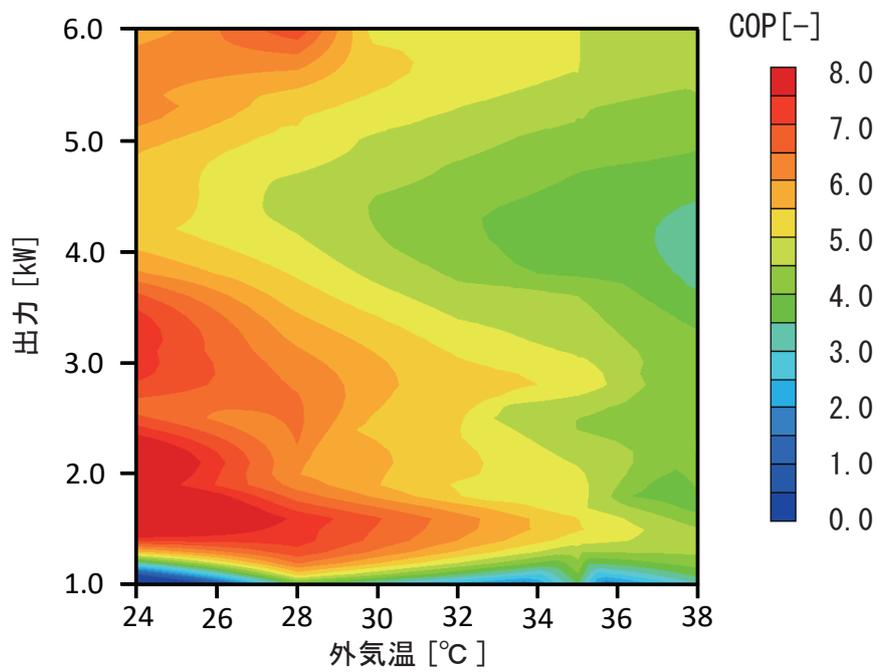


(5) エアコン 2-2

図 2.2.2.3.2 合成に用いた風量別マトリックスの分布 (B社製)



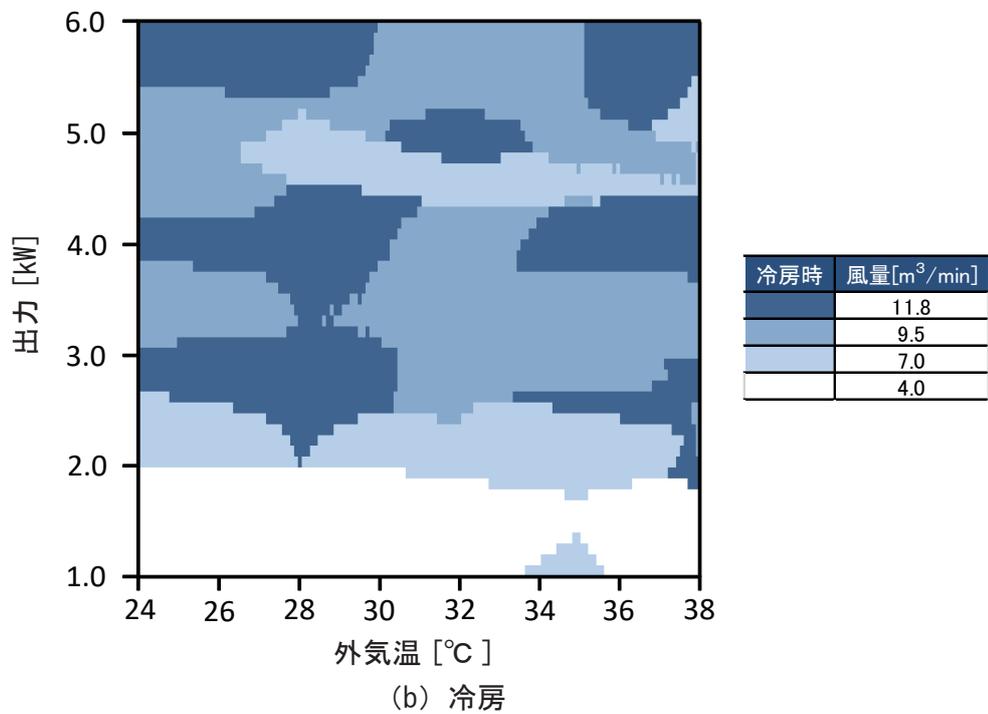
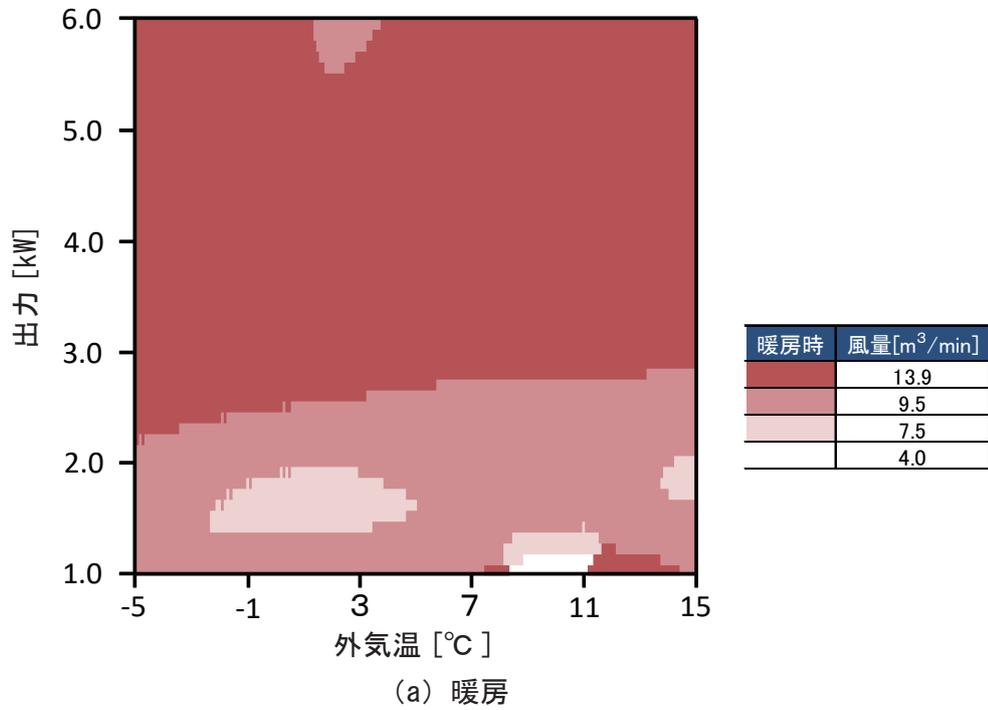
(a) 暖房



(b) 冷房

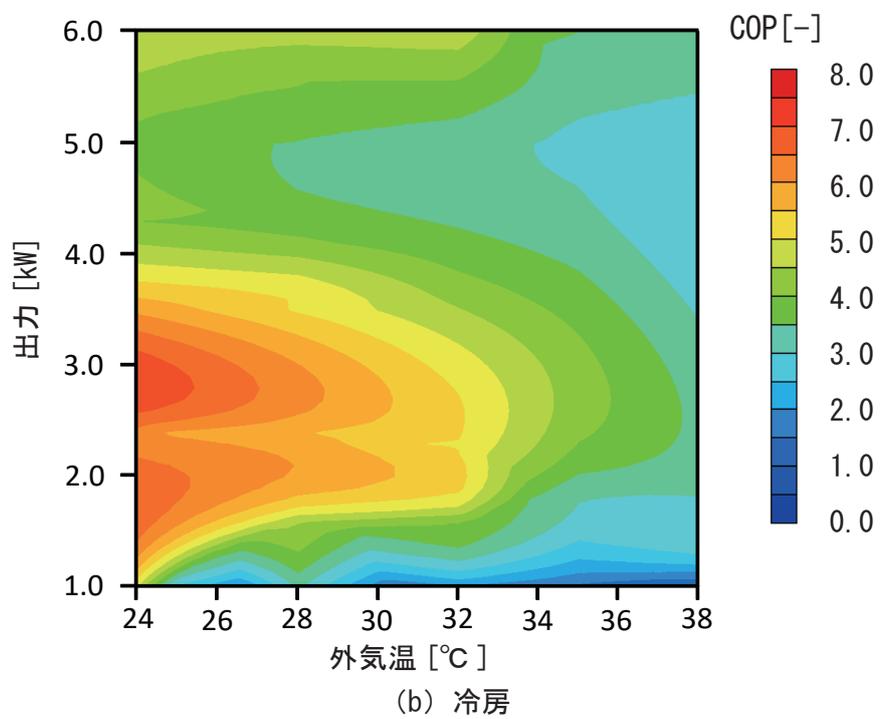
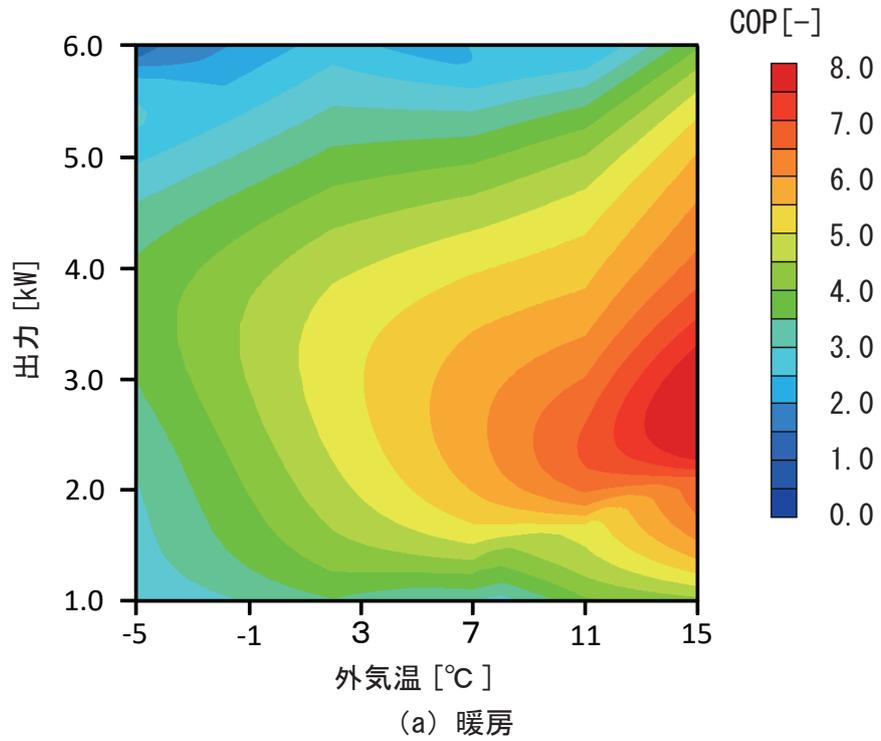
(6) エアコン 2-3

図 2.2.2.3.1 作成した風量合成 COP マトリックス (B社製)



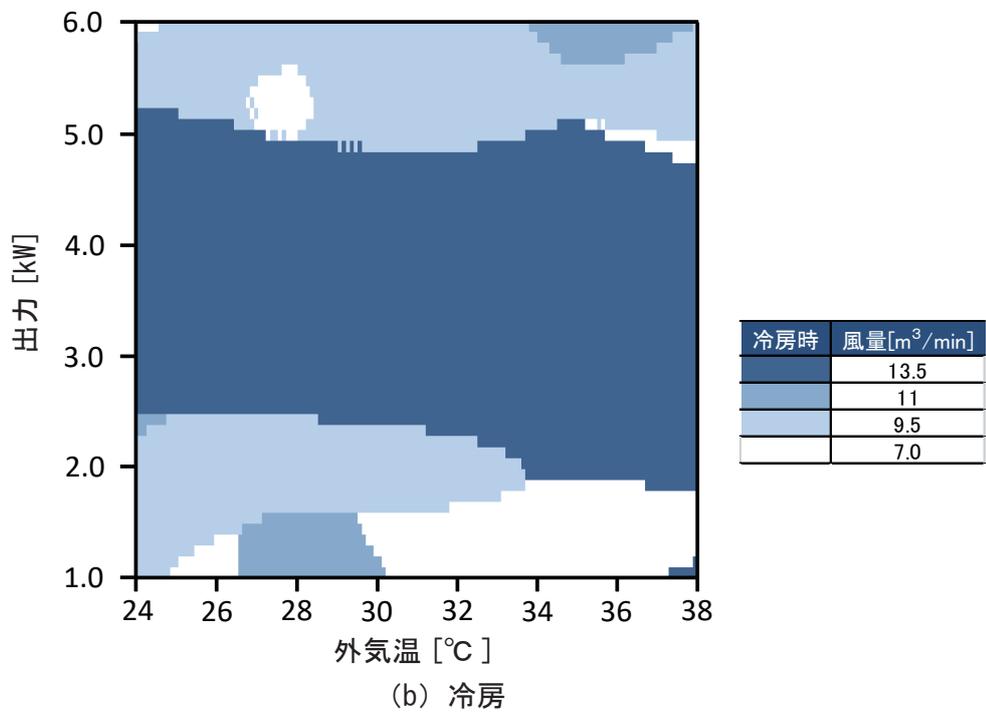
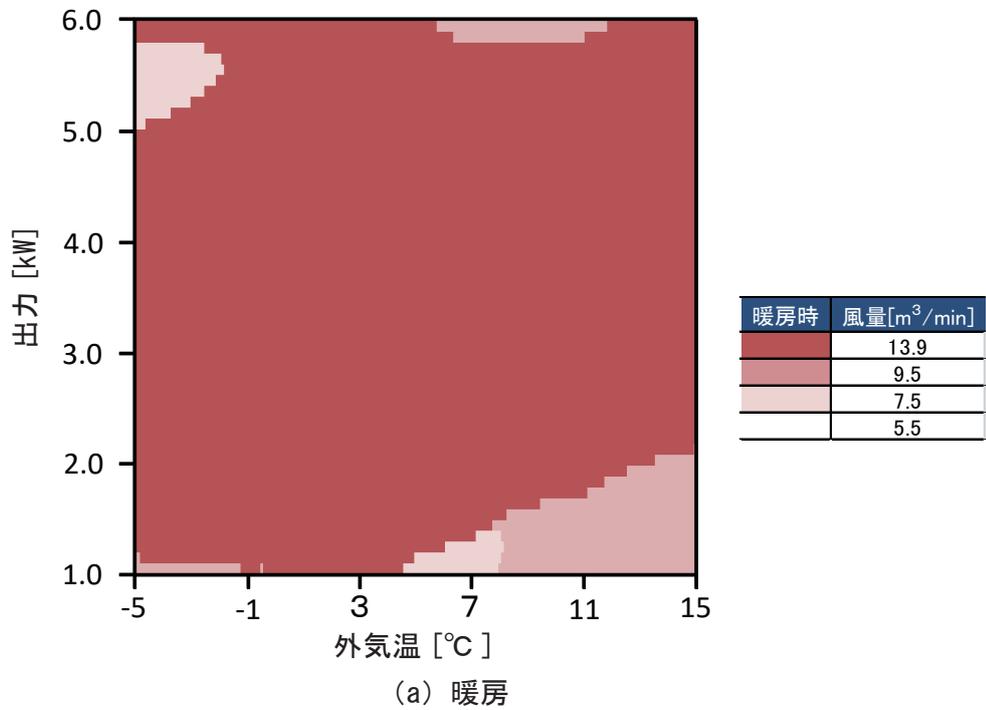
(6) エアコン 2-3

図 2.2.2.3.2 合成に用いた風量別マトリックスの分布 (B社製)



(7) エアコン 2-4

図 2.2.2.3.1 作成した風量合成 COP マトリックス (B社製)



(7) エアコン 2-4

図 2.2.2.3.2 合成に用いた風量別マトリックスの分布 (B社製)

### 第3章 まとめ

風量制御時、風量自動時共に暖房時は外気温が高く、出力が低い方が COP は高い。冷房時は外気温が低く、出力の高い方が COP が高い。

暖冷房時共に風量の多い方が COP の高い範囲が増加する。これは同一の出力の場合でも風量の多い方が冷媒の蒸発・凝縮温度差を少なくすることができ、風量の増加に係るファンの電力消費量の増加と比較して圧縮機の電力消費量の減少量が大きく、COP が向上するためと考えられる。

風量自動運転時では、風量別に測定した COP マトリックスとほぼ同様の特徴が見られる。又、風量別の COP マトリックスと比較すると、比較的少ない風量に類似した COP マトリックスとなる。

風量合成 COP マトリックスは、風量別に測定した COP マトリックスとほぼ同様の特徴が見られる。

実運転時の測定結果では、B社製エアコン 2-1、A社製エアコン 1-1 を比較した時の機器特性の違いが大きく見られ、暖房時にはA社製エアコンは出力が約 4.0[kW] 測定されるのに対して、B社製エアコンは約 2.5[kW] と相対的に低く、COP も最大で 2.0 程度の差となる場合もある。

図 3.1 にエアコン 1-4 の風量自動運転時の出力と COP の関係を示す。カタログ値と同様に冷房時と比較して、暖房時の方が最大出力が大きい。暖冷房時共に、定格出力では定格 COP にはならない。エアコン 1-4 の暖房時に風量設定を最大の風量 4 として、エアコンの立ち上がり時や空調負荷を最大限に与えて実験を行った場合、処理風量は暖房時の最大で約 16[m<sup>3</sup>/min] となるが、カタログによる暖房時の標準風量 (19.5[m<sup>3</sup>/min]) 及び最大出力 (11.7[kW]) は出ない。実験を行った A 社製と B 社製の全 9 機種ともに同様の実験を行ったが、どの機種においても暖房時の標準風量及びカタログに記載されている最大出力は出ない。これは実使用時の処理風量がカタログに記載されている標準風量と比較して少ないためと考えられる。

以上、第 2 編で作成した COP マトリックスを用いて、第 3 編では実 APF の解析をする。

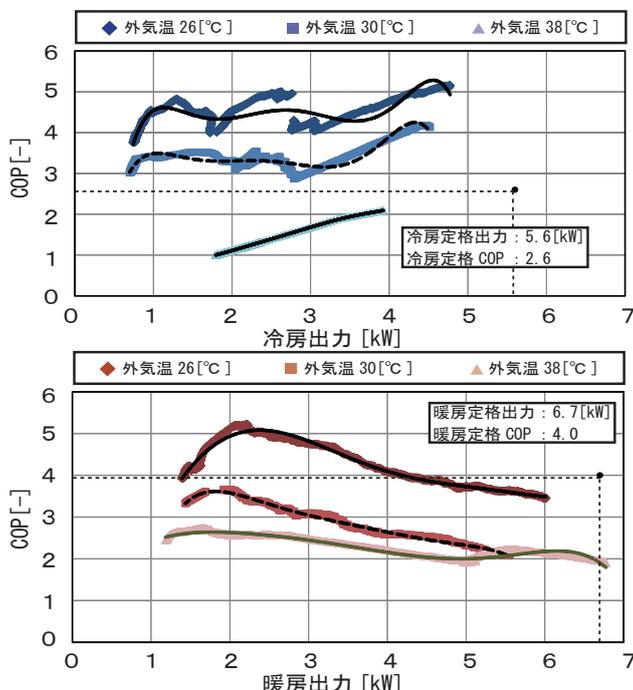


図 3.1 風量自動運転時の出力と COP の関係 (エアコン 1-4)

### 第3編 COPマトリックスを用いた実APFの解析



第1章 実APFの解析条件

3.1.1 COPマトリックスを用いた実APFの算出方法

図3.1.1.1に解析フロー、表3.1.1.1に熱負荷計算の条件、図3.1.1.2に日本建築学会標準住宅モデル（1階平面）を示す。解析対象エアコンはA社製エアコン1-1・1-4とB社製エアコン2-1・2-4の4機種とする。

熱負荷計算には熱負荷シミュレーションソフトTRNSYSを用いる。気象データは日本建築学会拡張アメダス気象データ（標準年）とする。対象モデルは日本建築学会標準住宅モデルを用い、空調対象室をZONE A(LDK:約17畳/28m<sup>2</sup>)とした場合とZONE B(和室:約8畳/13m<sup>2</sup>)とした場合で熱負荷計算を行う。各室の室内発熱負荷と滞在人員数はSCHEDULE(SCHEDULEは空気調和・衛生工学会住宅のエネルギーシミュレーション小委員会によって作成されたものである。)により設定する。空調対象室の滞在人員数は最大3人(父、母、子)とし、平日、休日、時間帯により変化する。潜熱負荷発生量は100g/h・人とする。算出した熱負荷と各時刻の外気温をCOPマトリックスと照合することで、各空調室に実験対象エアコンを設置した場合の1年間のCOPを1時間毎に算出する。本解析で対象とするCOPマトリックスは第2編で測定した風量自動COPマトリックスとする。

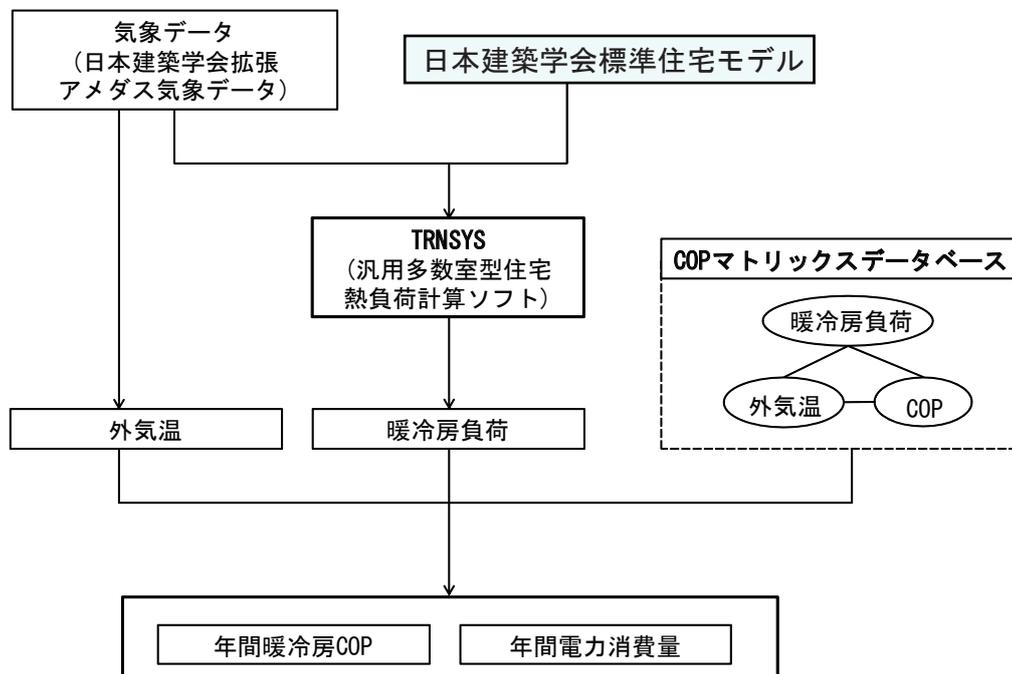


図3.1.1.1 解析フロー

表 3.1.1.1 熱負荷計算の条件

項目		設定	備考	
冷房設定温度[°C]		27		
冷房設定湿度[%]		50		
暖房設定温度[°C]		20		
暖房設定湿度[%]		50		
暖冷房期間	冷房	日平均外気温が22°C以上となる3回目の日から、日平均外気温が22°C以上である最終日より3回前の日まで	JIS C 9612条件	
	暖房	日平均外気温が14°C以下となる3回目の日から、日平均外気温が14°C以上である最終日より3回前の日まで	JIS C 9612条件	
暖冷房負荷発生条件	冷房	冷房期間の中で外気温が24°C以上	JIS C 9612条件	
	暖房	暖房期間の中で外気温が17°C以下	JIS C 9612条件	
空調方式		時間常空調	6:00-23:59	
人員数		3人	父、母、子1人	
対象住宅モデル		日本建築学会標準住宅モデル		
空調対象室 [エアコン取付け位置]		ZONE A	LDK:27.72m <sup>2</sup> (約17畳)	
		ZONE B	和室:13.07m <sup>2</sup> (約8畳)	
設置エアコン定格能力[kW]	冷房	A社	エアコン1-1 2.2	カタログ目安:木造6畳、10m <sup>2</sup>
			エアコン1-4 5.6	カタログ目安:木造15畳、25m <sup>2</sup>
		B社	エアコン2-1 2.2	カタログ目安:木造6畳、10m <sup>2</sup>
			エアコン2-4 5.6	カタログ目安:木造15畳、25m <sup>2</sup>
	暖房	A社	エアコン1-1 2.5	カタログ目安:木造6畳、10m <sup>2</sup>
			エアコン1-4 6.7	カタログ目安:木造15畳、25m <sup>2</sup>
B社	エアコン2-1 2.5	カタログ目安:木造6畳、10m <sup>2</sup>		
	エアコン2-4 6.7	カタログ目安:木造15畳、25m <sup>2</sup>		
エアコン風量[m <sup>3</sup> /min]	A社	エアコン1-1 1.3~11.0	風量自動	
		エアコン1-2 6.0~10.5		
	B社	エアコン2-1 3.5~8.0		
		エアコン2-2 6.0~11.0		

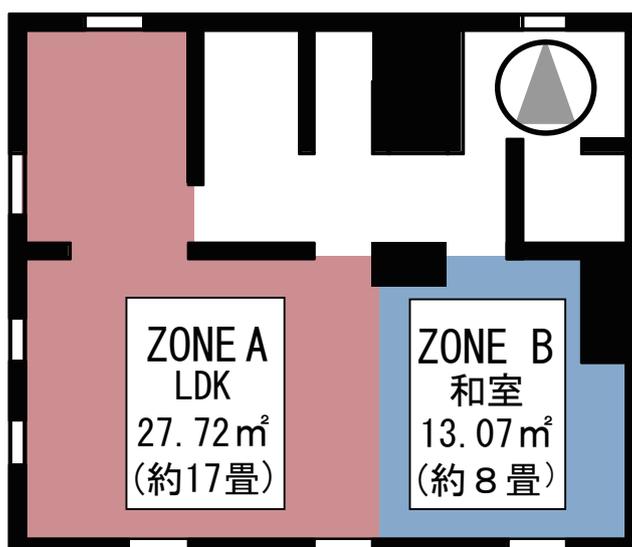


図 3.1.1.2 日本建築学会標準住宅モデル (1階平面図)

## 3.1.2 断熱性能を変化させた場合の解析条件

表 3.1.2.1 に解析 case を示す。建物のシェルター性能による年平均 COP の変化を検討するため、住宅モデルの断熱性能を変化させ解析を行う。対象地域は東京、新潟とし、エアコン 1-4 とエアコン 2-4 は空調対象室を ZONE A とした場合、エアコン 1-1 とエアコン 2-1 は空調対象室を ZONE B とした場合の条件について空調負荷計算を行う。

case1 と case2 は JIS C 9612 の APF 算出条件と同程度の断熱性能として熱損失係数を  $10.06[\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$  とし、case3 と case4 は JIS C 9612 と次世代省エネ基準（新潟：地域区分 5、 $2.7\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ）の中間条件として熱損失係数を  $5.05\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$  とする。case5 と case6 は東京・新潟の次世代省エネ基準（地域区分 5： $2.7\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ ）を満たす住宅の断熱性能として熱損失係数を  $2.00[\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$  とし、合計 12case で熱負荷計算を行う。

算出した熱負荷と各時刻の外気温を COP マトリックスと照合することで、各空調室に実験対象エアコンを設置した場合の 1 年間の COP を 1 時間毎に算出する。本解析で対象とする COP マトリックスは風量自動 COP マトリックスとする。

表 3.1.2.1 解析 case

解析case	対象地域	ZONE	熱損失係数 $[\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$
case 1-1	東京	B	10.06 JIS C 9612条件と同程度
case 1-2	新潟		
case 2-1	東京	A	
case 2-2	新潟		
case 3-1	東京	B	5.05 次世代省エネ基準と JIS C 9612条件の中間条件
case 3-2	新潟		
case 4-1	東京	A	
case 4-2	新潟		
case 5-1	東京	B	2.00 次世代省エネ基準と (地域IV： $2.7\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}$ )を満たす条件
case 5-2	新潟		
case 6-1	東京	A	
case 6-2	新潟		

### 3.1.3 地域条件を変化させた場合の解析条件

表 3.1.3.1 に対象地域の概要を示す。地域条件を変化させた場合の解析対象地域は計 19 地域（札幌、岩見沢、北見、盛岡、仙台、宇都宮、東京、長野、名古屋、新潟、京都、大阪、神戸、岡山、広島、高知、福岡、宮崎、那覇）とし、解析対象住宅のシェルター性能は JIS C 9612 の APF 算出条件と同程度の断熱性能として熱損失係数を  $10.06[\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K}]$  とし、熱負荷シミュレーションソフト TRNSYS により熱負荷計算を行う。

尚、解析対象地域は主要 11 都市として札幌、仙台、東京、名古屋、新潟、京都、大阪、神戸、広島、高知、福岡とし、住宅事業建築主の判断基準の地域区分（8 区分）に属する 8 都市として北見、岩見沢、盛岡、長野、宇都宮、岡山、宮崎、那覇である。

表 3.1.3.1 解析対象地域の概要

地域区分ごとの代表都市				主要11都市			
地域	地域番号	緯度	地域区分	地域	地域番号	緯度	地域区分
北見	86	43.492	I a	札幌	46	43.03	I b
岩見沢	59	43.126	I b	仙台	255	38.16	Ⅲ
盛岡	224	39.417	Ⅱ	東京	363	35.41	IVb
長野	393	36.396	Ⅲ	名古屋	447	35.1	IVb
宇都宮	333	36.328	IVa	新潟	498	37.55	IVa
岡山	615	34.395	IVb	京都	560	35.01	IVb
東京	363	35.41	IVb	大阪	565	34.41	IVb
宮崎	794	31.552	V	神戸	584	34.41	IVb
那覇	831	26.122	Ⅵ	広島	632	34.24	IVb
				高知	694	33.34	V
				福岡	726	33.35	V

## 第2章 実APFの解析結果

### 3.2.1 断熱性能を変化させた場合の解析結果

図3.2.1.1にシェルター性能の変化による実APF(東京・新潟)を示す。B社製エアコン2-1のカタログAPFは6.9、年積算消費電力量は約600[kWh]、A社製エアコン1-1のカタログAPFは7.2、年積算消費電力量は約600[kWh]である。カタログAPF算出条件とほぼ同様の条件であるcase1-1(東京)において風量自動COPマトリックスと照合した場合のエアコン2-1の実APFは2.3程度とカタログAPFの約0.3倍、年積算消費電力量は約1900[kWh]となり、年間で約3.1倍となる。A社製エアコン1-1の場合では、実APFは3.4程度とカタログAPFと比較して約0.5倍、年積算消費電力量は約1400[kWh]となり、年間で約2.2倍となる。

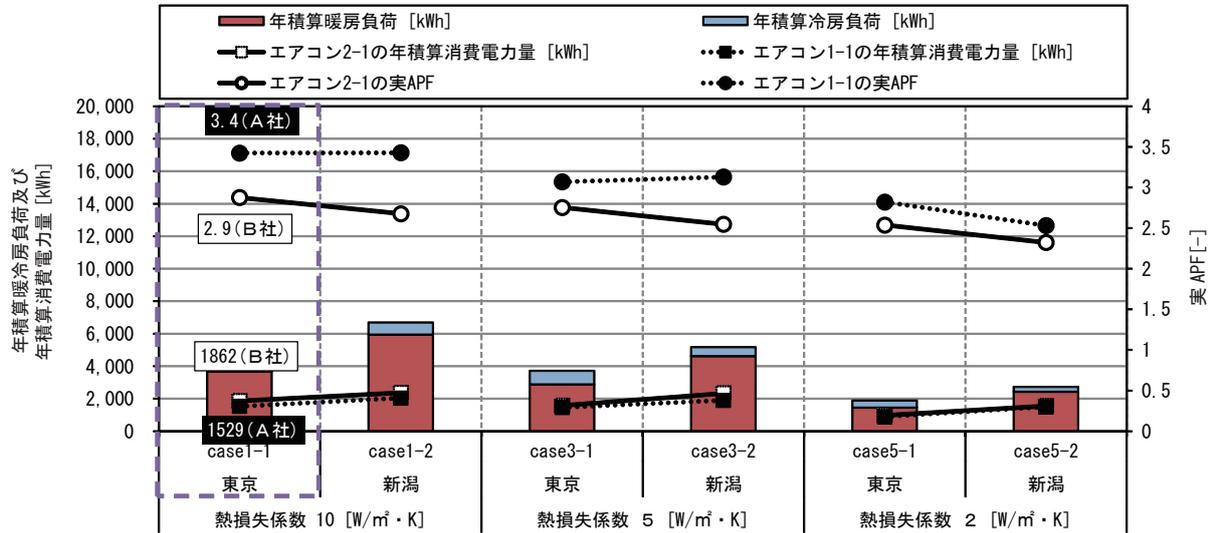
又、B社製エアコン2-4のカタログAPFは5.7、年積算消費電力量は約1900[kWh]、A社製エアコン1-4のカタログAPFは5.6、年積算消費電力量は約2000[kWh]であるが、カタログAPF算出条件とほぼ同様の条件であるcase2-1(東京)において風量自動COPマトリックスと照合した場合のエアコン2-4の実APFは3.4程度とカタログAPFと比較して約0.6倍、年積算消費電力量は約2800[kWh]となり、年間で約1.5倍となる。A社製エアコン1-4の場合では、実APFは2.9程度とカタログAPFと比較して約0.5倍、年積算消費電力量は約3300[kWh]となり、年間で約1.6倍となる。

シェルター性能の変化に着目すると、エアコン1-1、2-1は暖冷房負荷が減少するにつれて実APFが低下する傾向がある。どのcaseにおいてもエアコン1-1の実APFと比較してエアコン2-1の方が低い。

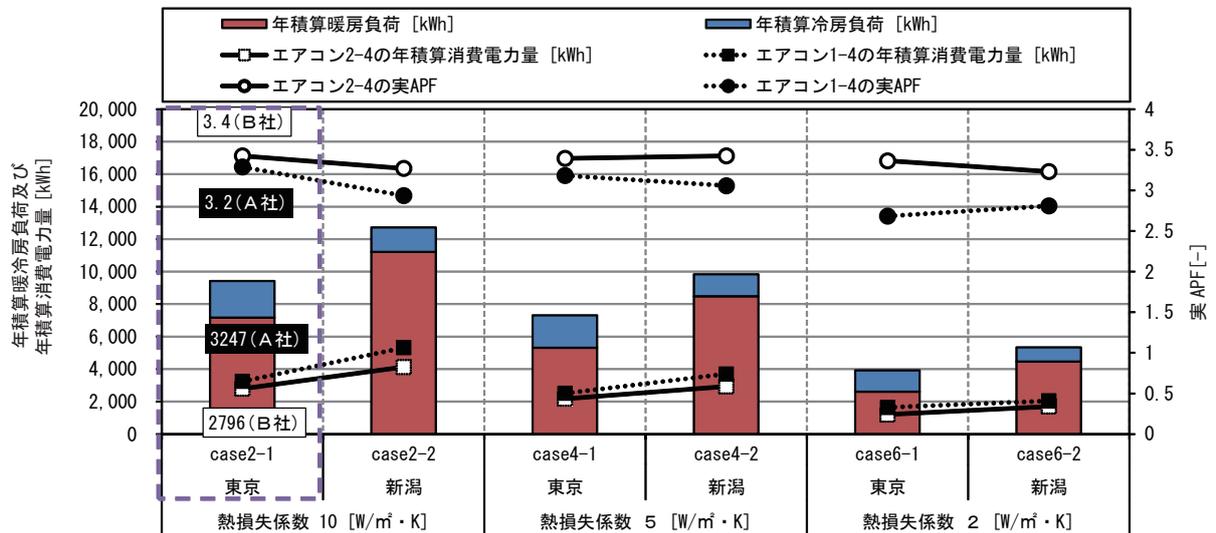
一方、エアコン2-4は暖冷房負荷の減少に対して実APFの変化は殆どなく、どのcaseにおいてもエアコン1-4と比較して実APFが高い。これは暖冷房負荷が少なくなるにつれてON-OFF運転注15)の頻度が多くなるが、エアコン2-4はON-OFF運転時のCOPがエアコン1-4と比較して高いためと考えられる。

図3.2.1.2に暖冷房負荷分布と風量自動運転時のCOPマトリックスの関係（東京 /ZONE A/エアコン1-4）を示す。case2-1(熱損失係数:10.06[W/m<sup>2</sup>・K])とcase6-1(熱損失係数:2.00[W/m<sup>2</sup>・K])を比較すると、東京の場合、暖房期間におけるエアコン稼働時のON-OFF運転の割合は、case2-1で10[%]、case6-1で61[%]、冷房期間のON-OFF運転の割合は、case2-1で66[%]、case6-1で93[%]である。暖冷房時共に、熱損失係数の小さい方がCOPの低いON-OFF運転の頻度が増加するため、ON-OFF運転時のCOPがAPFに大きく影響すると考えられる。

- ※1 エアコンは実験結果から下記の条件においてON-OFF運転を行うと仮定する。
- エアコン2-1では、暖房負荷0.7[kW] 冷房負荷1.3[kW] 以下  
エアコン2-4では、暖房負荷1.3[kW] 冷房負荷1.8[kW] 以下  
エアコン1-1では、暖房負荷1.5[kW] 冷房負荷1.0[kW] 以下  
エアコン1-4では、暖房負荷1.1[kW] 冷房負荷1.3[kW] 以下  
その際のCOPは外気温により変化し、ON-OFF運転時の実験結果から下記の値を用いる。
- エアコン2-1では、冷房：外気温35[°C]でCOP2.3  
暖房：外気温7[°C]でCOP1.5  
エアコン2-4では、冷房：外気温35[°C]でCOP2.4  
暖房：外気温7[°C]でCOP3.2  
エアコン1-1では、冷房：外気温35[°C]でCOP2.3  
暖房：外気温7[°C]でCOP1.6  
エアコン1-4では、冷房：外気温30[°C]でCOP3.2  
暖房：外気温7[°C]でCOP1.6



(1) エアコン 1-1 とエアコン 2-1 (ZONE B)



(2) エアコン 1-4 とエアコン 2-4 (ZONE A)

図 3.2.1.1 シェルター性能を変化させた場合の実 APF (東京・新潟)

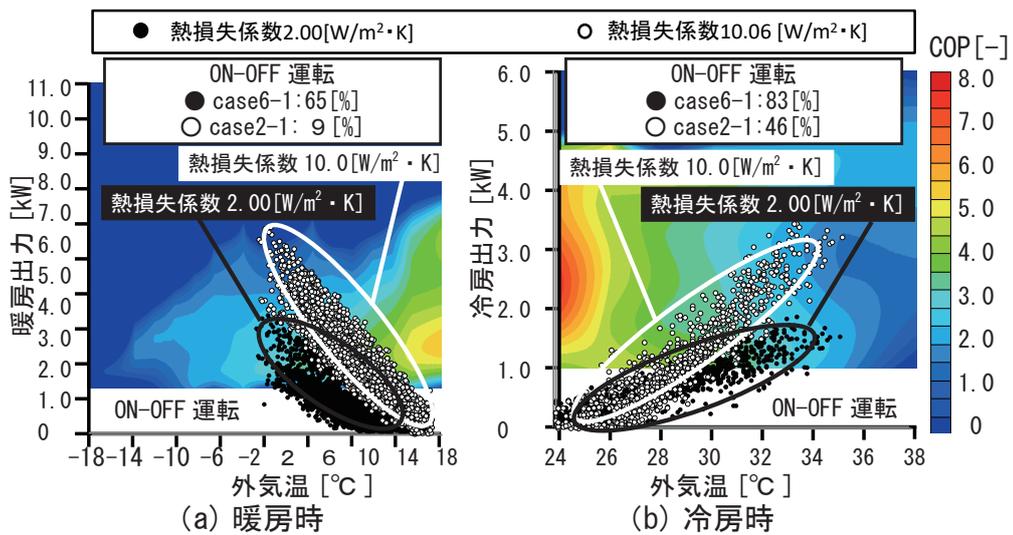


図 3. 2. 1. 3 暖冷房負荷分布と風量自動運転時の COP マトリックスの関係  
(東京 /ZONE A/ エアコン 1-4)

### 3.2.2 地域条件を変化させた場合の解析結果

図3.2.2.1にエアコン1-1・1-4（A社製）とエアコン2-1・2-4（B社製）による19都市における年積算暖冷房負荷、年積算消費電力量及び実APF（熱損失係数：10[W/m<sup>2</sup>・K]）を示す。図3.2.2.2に地域別の暖冷房負荷の分布と風量自動運転時のCOPマトリックスの関係（北見、宮崎/エアコン1-4と2-4）を示す。

北見（地域区分1）では、エアコン1-4の実APFは2.4となり、東京の実APFは3.4と比較して約0.7倍となる。エアコン2-4の実APFは1.8となり、東京の実APFは2.9と比較して約0.6倍となる。一方、宮崎県・宮崎（地域区分7）では、エアコン1-4の実APFは3.2となり、東京の実APFである3.4と比較して約0.9倍、エアコン2-4の実APFは2.9となり、東京の実APFは2.9と比較して同等となる。

どちらの地域も冷房時はON-OFF運転の時間が5割以上である。暖房時ではON-OFF運転の割合は北見が6%（エアコン1-4）と7%（エアコン2-4）、宮崎が18%（エアコン1-4）と16%（エアコン2-4）である。北見の方が暖房時は外気温が低く、空調負荷が大きいため、COPが低い条件でエアコンの稼動する時間が多い。住宅が立地する地域に応じて実APFが変化するため、地域条件を考慮したエアコンの機種選定が必要である。

エアコン1-1とエアコン2-1を比較すると、那覇を除く地域では実APFはエアコン1-1の方がエアコン2-1より平均で約1.1程度高い。又、エアコン1-4とエアコン2-4を比較すると、那覇を除く地域では実APFはエアコン2-4の方がエアコン1-4より平均で約0.5程度高い。暖房負荷が無く、冷房負荷の多い那覇ではエアコン1-4の実APFの方が高い。これは、冷房時においてはどちらのエアコンもON-OFF運転<sup>※1</sup>の頻度が多く、その際、ON-OFF運転時のCOPがエアコン1-4の方が高いためと考えられる。設置対象室の面積だけではなく、地域による熱負荷に合わせたエアコンを選定する必要があると考えられる。

※1 エアコンは実験結果から下記の条件においてON-OFF運転を行うと仮定する。

エアコン2-1では、暖房負荷0.7[kW] 冷房負荷1.3[kW]以下

エアコン2-4では、暖房負荷1.3[kW] 冷房負荷1.8[kW]以下

エアコン1-1では、暖房負荷1.5[kW] 冷房負荷1.0[kW]以下

エアコン1-4では、暖房負荷1.1[kW] 冷房負荷1.3[kW]以下

その際のCOPは外気温により変化し、ON-OFF運転時の実験結果から下記の値を用いる。

エアコン2-1では、冷房：外気温35[°C]でCOP2.3

暖房：外気温7[°C]でCOP1.5

エアコン2-4では、冷房：外気温35[°C]でCOP2.4

暖房：外気温7[°C]でCOP3.2

エアコン1-1では、冷房：外気温35[°C]でCOP2.3

暖房：外気温7[°C]でCOP1.6

エアコン1-4では、冷房：外気温30[°C]でCOP3.2

暖房：外気温7[°C]でCOP1.6

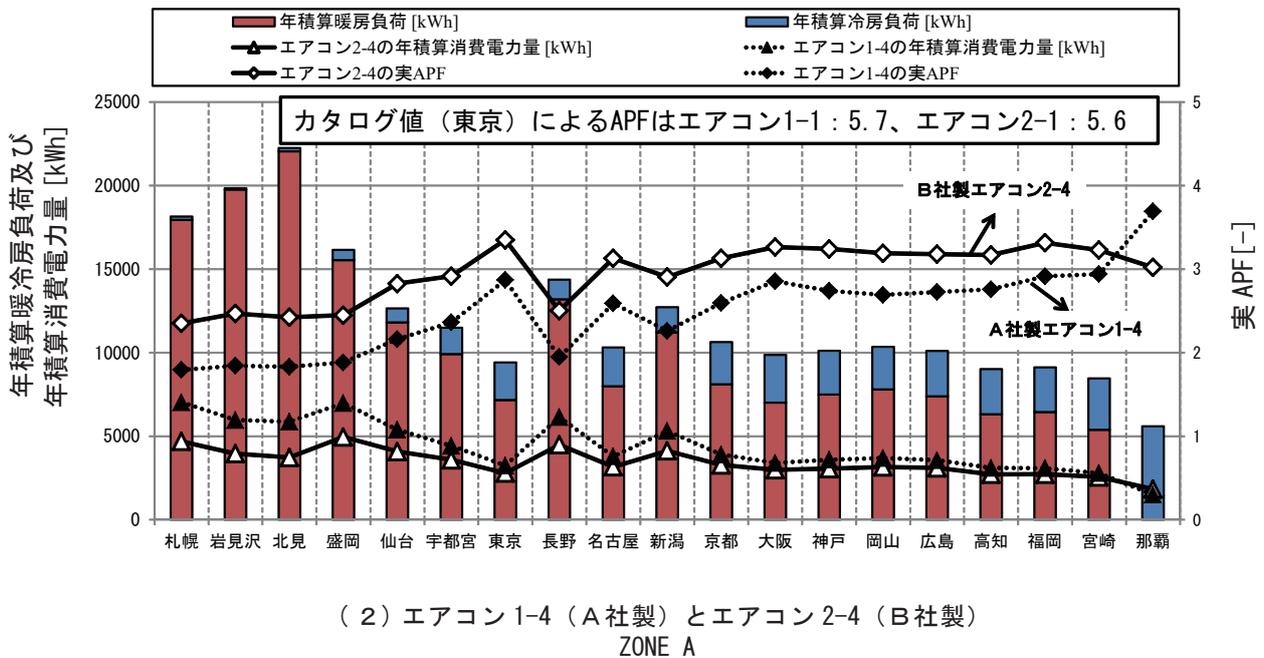
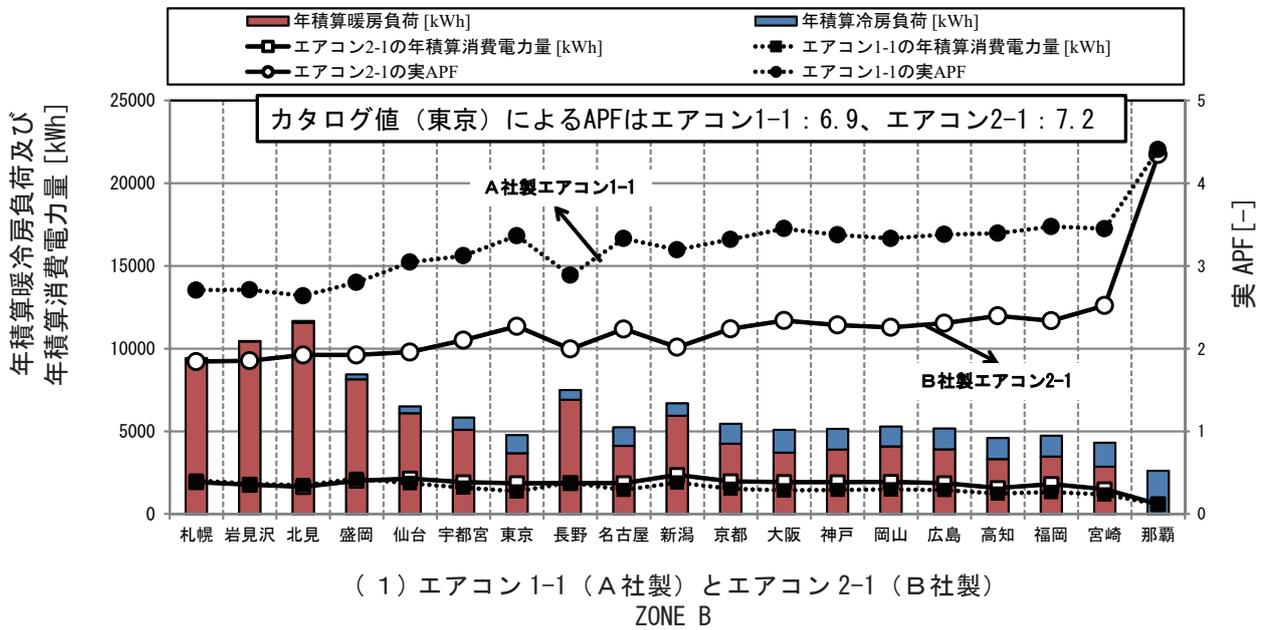


図 3.2.2.1 19都市における年積算暖冷房負荷、年積算消費電力量及び実APF (A社製エアコンとB社製エアコン)

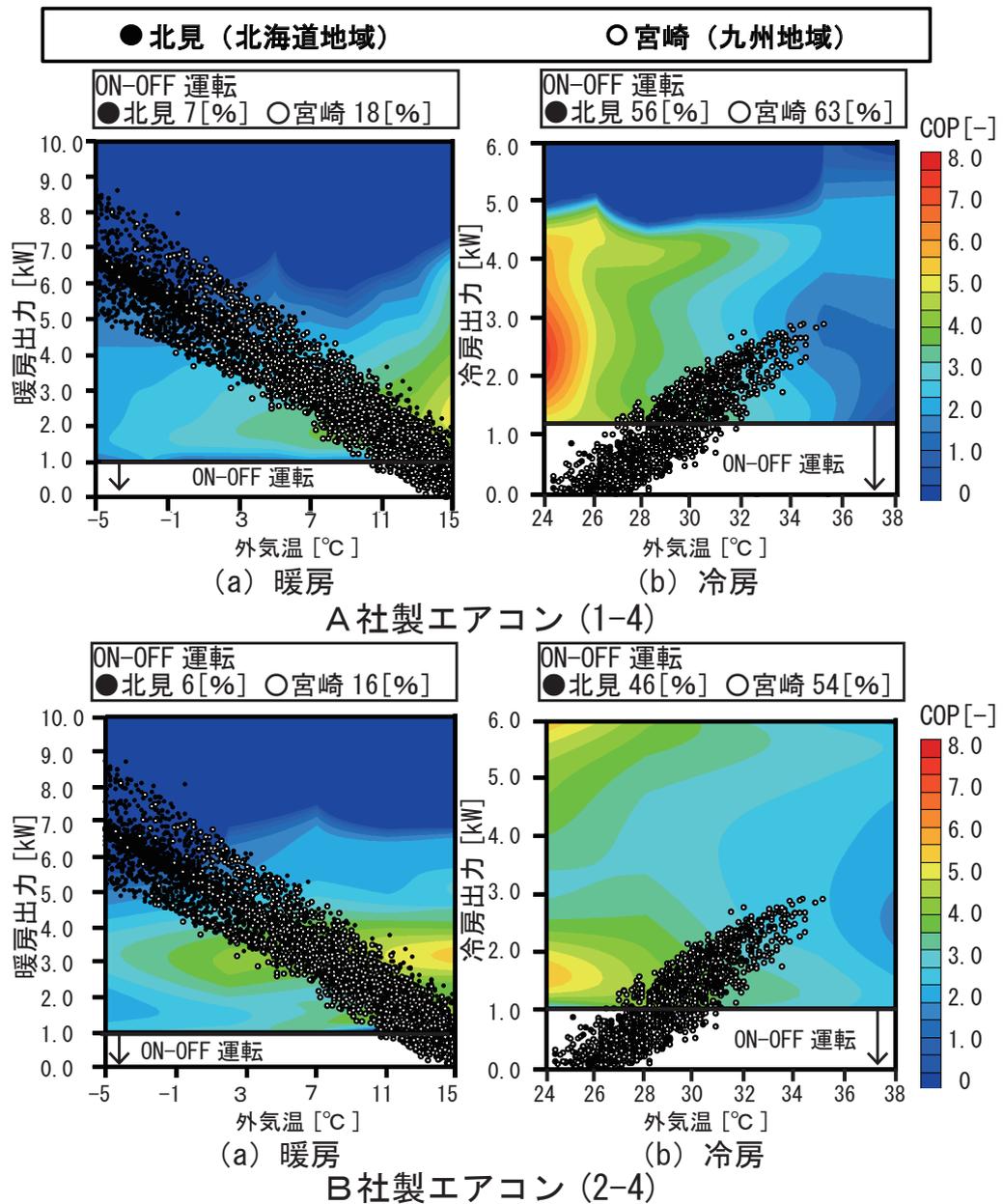


図 3.2.2.2 シェルター性能を変化させた場合の実 APF  
(風量自動と風量合成)

### 第3章 まとめ

部屋の面積によりエアコンを選定する方法は、住宅の断熱性能が高く、暖冷房負荷が低い場合において、COPが低いON-OFF運転の頻度が増加し、APFが低下する傾向がある。部屋の面積によってエアコンを選定する方法は、近年の住宅の断熱性能では出力が過大な能力のエアコンを選定することになり、省エネルギーの観点から問題がある。

住宅の断熱性能に対して過大な能力のエアコンを設置した場合はON-OFF運転時の頻度が多くなるため、ON-OFF運転時のCOPがAPFに大きく影響する。

エアコン1-1とエアコン2-1を比較すると、那覇を除く地域では実APFはエアコン1-1の方がエアコン2-1より平均で約1.1程度高い。又、エアコン1-4とエアコン2-4を比較すると、那覇を除く地域では実APFはエアコン2-4の方がエアコン1-4より平均で約0.5程度高い。暖房負荷が無く、冷房負荷の多い那覇ではエアコン1-4の実APFの方が高い。これは、冷房時においてはどちらのエアコンもON-OFF運転の頻度が多く、その際、ON-OFF運転時のCOPがエアコン1-4の方が高いためと考えられる。設置対象室の面積だけでなく、地域による熱負荷に合わせたエアコンを選定する必要があると考えられる。

A社製、B社製エアコンはほぼ同様のカタログAPFであるが、実運転時の測定、解析結果では機種毎の機器特性に関して大きな違いがあり、実APFは両機種を比較すると、最大20%程度の違いとなる場合もある。

本研究で解析を行った全てのcaseにおいてJIS C 9612に合わせた解析条件で算出した実APFはカタログAPFと比較すると、低い値となり、年積算消費電力量が多くなる傾向がある。

## 第 4 編 結論



## 第1章 結論

本研究では、家庭用エアコンの実使用時の COP に着目した最適機種選定方法を検討するため、まず、2013 年度モデルと 2015 年度モデル対象としてカタログスタディを行う。2013 年度と 2015 年度の調査結果を比較することで、各社製エアコンのカタログ性能を分析した。

次に、市販されている A 社製（2013 年モデル）と B 社製（2015 年モデル）家庭用エアコンを対象として外気温、暖冷房負荷を自由に調整可能な簡易カロリーメータを使用し、エアコン室内機の循環処理風量毎に外気温、暖冷房出力と COP の関係を明らかにした。

更に、日本建築学会標準住宅モデルを対象に、各都市における熱負荷シミュレーションを行った。シェルター性能及び地域条件を変化させて熱負荷計算を行い、測定した COP マトリックスデータと照合することにより、A 社製と B 社製エアコンの実 APF の比較を行い、各地域の気候条件、熱負荷条件による家庭用エアコンの機器性能特性を明らかにし、最適機種選定方法を検討した。

以下にカタログスタディ・COP マトリックス・COP マトリックスを用いた実 APF の結論を示す。

### 第1編：カタログスタディ

- ①どの機種でも最大暖房出力が最大冷房出力と比較して 1.7～2.3 倍程度大きく、暖房出力範囲の方が広い傾向がある。
- ② 2015 年度は 2013 年度と比較して、暖房定格能力が大きい機種では市場価格が約 2 万円高くなる。冷房では各機種ともほぼ同様の市場価格となる。2015 年度に市販された機種では、暖冷房ともに定格能力が約 2 倍になると市場価格は約 1.5 倍となる。
- ③ 定格暖冷房能力と定格 COP の関係を 2013 年度と 2015 年度で比較すると、2015 年度の暖房平均定格 COP はどの機種でも 2013 年度と比較して 0.5 程度低下している。一方、冷房の平均定格 COP はほぼ同様の値である。
- ④ 2015 年度と 2013 年度のカタログ APF を比較すると、2015 年度ではどの機種でも APF が約 0.5 増加している。暖冷房平均定格 COP では、定格条件（冷房：外気温度 35℃・定格出力時、暖房：外気温度 7℃・定格出力時）での性能であるのに対し、APF は定格条件に加え、暖冷房能力を定格の 2 分の 1 とした状態の中間冷房条件と中間暖房条件の性能の 2 点、更に外気温度を 2℃とした定格暖房低温能力での性能の計 5 点を用いて算出される。従って 2015 年度では定格条件での COP は低下したが、定格能力以下での性能が向上したため APF が向上したと考えられる。
- ⑤ カタログスタディの結果から暖冷房負荷の大きい部屋では、出力の大きなエアコンを一台設置する場合と比較して、相対的に効率が良い定格出力の小さい機種を複数台設置する方が COP が高くなる可能性がある。出力の小さい機種を複数設置し、暖冷房負荷に合わせて台数制御を行うことで COP が向上し、消費電力量は少なくなるため、長期的に使用する場合では台数制御を行う方が省エネルギーとなる可能性がある。

## 第2編：家庭用エアコンを対象とした COP 測定実験

- ①風量制御時、風量自動時共に暖房時は外気温が高く、出力が低い方が COP は高い。冷房時は外気温が低く、出力の高い方が COP が高い。
- ②暖冷房時共に風量の多い方が COP の高い範囲が増加する。これは同一の出力の場合でも風量の多い方が冷媒の蒸発・凝縮温度差を少なくすることができ、風量の増加に係るファンの電力消費量の増加と比較して圧縮機の電力消費量の減少量が大きく、COP が向上するためと考えられる。
- ③風量自動運転時では、風量別に測定した COP マトリックスとほぼ同様の特徴が見られる。又、風量別の COP マトリックスと比較すると、比較的少ない風量に類似した COP マトリックスとなる。
- ④風量合成 COP マトリックスは、風量別に測定した COP マトリックスとほぼ同様の特徴が見られる。
- ⑤実運転時の測定結果では、B社製エアコン 2-1、A社製エアコン 1-1 を比較した時の機器特性の違いが大きく見られ、暖房時にはA社製エアコンは出力が約 4.0[kW] 測定されるのに対して、B社製エアコンは約 2.5[kW] と相対的に低く、COP も最大で 2.0 程度の差となる場合もある。
- ⑥カタログ値と同様に冷房時と比較して、暖房時の方が最大出力が大きい。暖冷房時共に、定格出力では定格 COP にはならない。エアコン 1-4 の暖房時に風量設定を最大の風量 4 として、エアコンの立ち上がり時や空調負荷を最大限に与えて実験を行った場合、処理風量は暖房時の最大で約 16[m<sup>3</sup>/min] となるが、カタログによる暖房時の標準風量 (19.5[m<sup>3</sup>/min]) 及び最大出力 (11.7[kW]) は出ない。実験を行った A 社製と B 社製の全 9 機種ともに同様の実験を行ったが、どの機種においても暖房時の標準風量及びカタログに記載されている最大出力は出ない。これは実使用時の処理風量がカタログに記載されている標準風量と比較して少ないためと考えられる。

## 第3編：COPマトリックスを用いた実APFの解析

- ①部屋の面積によりエアコンを選定する方法は、住宅の断熱性能が高く、暖冷房負荷が低い場合において、COPが低いON-OFF運転の頻度が増加し、APFが低下する傾向がある。部屋の面積によってエアコンを選定する方法は、近年の住宅の断熱性能では出力が過大な能力のエアコンを選定することになり、省エネルギーの観点から問題がある。
- ②住宅の断熱性能に対して過大な能力のエアコンを設置した場合はON-OFF運転時の頻度が多くなるため、ON-OFF運転時のCOPがAPFに大きく影響する。
- ③エアコン1-1とエアコン2-1を比較すると、那覇を除く地域では実APFはエアコン1-1の方がエアコン2-1より平均で約1.1程度高い。又、エアコン1-4とエアコン2-4を比較すると、那覇を除く地域では実APFはエアコン2-4の方がエアコン1-4より平均で約0.5程度高い。暖房負荷が無く、冷房負荷の多い那覇ではエアコン1-4の実APFの方が高い。これは、冷房時においてはどちらのエアコンもON-OFF運転の頻度が多く、その際、ON-OFF運転時のCOPがエアコン1-4の方が高いためと考えられる。設置対象室の面積だけではなく、地域による熱負荷に合わせたエアコンを選定する必要があると考えられる。
- ④A社製、B社製エアコンはほぼ同様のカタログAPFであるが、実運転時の測定、解析結果では機種毎の機器特性に関して大きな違いがあり、実APFは両機種を比較すると、最大20%程度の違いとなる場合もある。
- ⑤本研究で解析を行った全てのcaseにおいてJIS C 9612に合わせた解析条件で算出した実APFはカタログAPFと比較すると、低い値となり、年積算消費電力量が多くなる傾向がある。



## 第2章 今後の展望

本研究の研究成果により、COPマトリックスから算出したAPFがカタログAPFに対して0.5～0.8倍と異なり、年積算電力消費量もカタログ値と比較して1.1～1.6倍と差があることが明らかとなった。又、部屋の面積によってエアコンを選定する方法の不合理性を指摘し、COPマトリックスを用いたエアコンの選定の必要性を示した。今後、本研究で測定を行ったCOPマトリックスのデジタルデータは筆者らの研究室のホームページで公開する予定である。

本来ならばCOPマトリックスは、エアコンの製造者が住宅設計者、居住者に対して公開すべきものであるが、現在、COPマトリックスを公開しているエアコンメーカーはない。本報では9台のエアコンを対象にCOPマトリックスの測定を行ったが、簡易カロリメータを用いて1台のエアコンの暖冷房COPマトリックスを測定するために必要な期間は約6週間であり、毎年発売される多数のエアコンに対して第三者がCOPマトリックスを測定し、公開することは困難である。エアコンメーカーであれば、速やかにCOPマトリックスを測定し、エアコンの発売と同時に公開することが可能であると考えられる。エアコンメーカーによる自発的なCOPマトリックスの公開が求められる。

## 【謝辞】



## 【謝辞】

本研究を行うにあたり、新潟大学大学院自然科学研究科教授 赤林伸一博士から終始懇切丁寧なご指導を賜り、心から感謝致します。

本研究の全般を通して、新潟県立大学教授 坂口淳博士、工学部建築学プログラム助教 有波裕貴博士に対して心より感謝致します。

日本語の学習及び日々の中では、環境衛生研究室技術職員 大木（旧姓富岡）誠子氏には様々な御助言・御協力を頂きました、心より感謝致します。

博士後期課程に共同研究者として御協力を頂きました、新潟大学大学院自然科学研究科赤林研究室 卒業生 阿部真季氏、大熊耀平氏、博士前期課程 蜂谷亮祐氏に対して心より感謝致します。

博士前期課程においては木材乾燥実験を行うにあたり、(株)重川材木店 代表取締役 重川隆廣博士、新潟大学大学院自然科学研究科赤林研究室 卒業生 尾池孝太氏、並びに、研究対象とさせて頂いた製材所の皆様には多大なる御協力を頂きました。

又、来日からこれまでは新潟大学大学院自然科学研究科赤林研究室 卒業生 市川裕幸氏、本田美穂氏、大久保肇氏、原稚菜氏、遠藤悠治氏、小池洋氏、小林海斗氏、坂口真悟氏、若月裕紀氏、佐藤広基氏、中島昭紀氏、高橋大智氏 及び、博士前期課程 安達郁弥氏、佐藤好美氏、窪寺航氏、青木駿也氏には日々の議論を通じて多くの知識、公私共々に渡る多大なる御協力を頂きました。

更に、卒論生の皆様、並びに赤林・有波研究室の学生には数多くの御協力を頂きました。

ここに記して、お世話になった上記の方々に深く感謝の意を表します。

2017年7月

新潟大学大学院自然科学研究科修士後期課程  
環境科学専攻 社会基盤・建築学コース（建築系）

## 【参考文献】



## 【参考文献】

1. 文欣潔・赤林伸一・坂口淳・有波裕貴：家庭用エアコンを対象とした COP 測定実験によるカタログ APF の精度検証  
2017 年 10 月発行、日本建築学会環境系論文集、第 82 巻、第 740 号（掲載決定）
2. 赤林伸一、文欣潔、坂口淳、有波裕貴：家庭用エアコンを対象とした COP マトリックスデータベース構築及び年間 COP の算出に関する研究  
7 月、2014 年、日本建築学会北陸支部研究報告集、314～315 頁
3. 赤林伸一、文欣潔、坂口淳、有波裕貴：家庭用エアコンを対象とした実使用時の COP に着目した最適機種選定方法に関する研究 その 1 2013 年度モデルを対象としたカタログスタディ及び簡易カロリーメータの概要  
9 月、2014 年、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-2 分冊、1405～1406 頁
4. 坂口淳、赤林伸一、文欣潔、有波裕貴：家庭用エアコンを対象とした実使用時の COP に着目した最適機種選定方法に関する研究 その 2 COP 測定結果と年間暖冷房 COP の解析結果  
9 月、2014 年、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-2 分冊、1407～1408 頁
5. 赤林伸一、坂口淳、文欣潔、有波裕貴：家庭用エアコンを対象とした実使用時の COP に着目した最適機種選定方法に関する研究 その 1 2013 年度モデルを対象としたカタログスタディ及び COP マトリックスによる年平均 COP の解析結果  
9 月、2014 年、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、B-59、233～236 頁
6. 阿部真季、赤林伸一、坂口淳、有波裕貴、文欣潔、大熊耀平：家庭用エアコンを対象とした実使用時の COP に着目した最適機種選定方法に関する研究 その 2 COP 測定方法及び COP マトリックス測定結果  
7 月、2015 年、日本建築学会北陸支部大会研究報告集、第 58 号、175～178 頁
7. 大熊耀平、赤林伸一、坂口淳、有波裕貴、文欣潔、阿部真季：家庭用エアコンを対象とし実使用時の COP に着目した最適機種選定方法に関する研究 その 3 風量合成 COP マトリックスと風量自動 COP マトリックスの比較及び年平均 COP の算出  
7 月、2015 年、日本建築学会北陸支部大会研究報告集、第 58 号、179～182 頁
8. 阿部真季、赤林伸一、坂口淳、有波裕貴、文欣潔、大熊耀平：家庭用エアコンを対象とした実使用時の COP に着目した最適機種選定方法に関する研究 その 3 エアコンの運転特性に対応した COP 測定方法  
8 月、2015 年、日本建築学会大会学術講演梗概集、環境工学Ⅱ、905～906 頁
9. 大熊耀平、赤林伸一、坂口淳、有波裕貴、文欣潔、阿部真季：家庭用エアコンを対象とした実使用時の COP に着目した最適機種選定方法に関する研究 その 4 COP マトリックス測定結果  
8 月、2015 年、日本建築学会大会学術講演梗概集、環境工学Ⅱ、907～908 頁

## 【参考文献】

10. 文欣潔、赤林伸一、坂口淳、有波裕貴、阿部真季、大熊耀平：家庭用エアコンを対象とした実使用時の COP に着目した最適機種選定方法に関する研究 その5 風量合成 COP マトリックス及び年平均 COP の算出  
8月、2015年、日本建築学会大会学術講演梗概集、環境工学Ⅱ、909～910頁
11. 文欣潔、赤林伸一、坂口淳、有波裕貴：家庭用エアコンを対象とした実使用時の COP に着目した最適機種選定方法に関する研究 その2 エアコンの運転特性に対応した COP 測定方法による COP マトリックス及び年平均 COP の算出  
9月、2015年、空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集、273-276頁
12. Study on the Selection of Home-use Air Conditioners- COP Measurements of Air Conditioners on 2013 Model Year: Xinjie Wen, Shin-ichi Akabayashi, Jun Sakaguchi, Yasuo Takano, Yuki Arinami  
2015.7, ISHVAC-COBEE 2015, Proceedings, Tianjin, China
13. 文欣潔、赤林伸一、坂口淳、有波裕貴、大熊耀平：家庭用エアコンを対象とした実使用時の COP に着目した最適機種選定方法に関する研究 その4 2015年度カタログスタディ及び実験による実使用時の COP マトリックス測定結果  
7月、2016年、日本建築学会北陸支部大会研究報告集、第59号、261～264頁
14. 大熊耀平、赤林伸一、坂口淳、有波裕貴、文欣潔：家庭用エアコンを対象とした実使用時の COP に着目した最適機種選定方法に関する研究 その5 P社製及びME社製家庭用エアコンの年平均 COP の比較  
7月、2016年、日本建築学会北陸支部大会研究報告集、第59号、265～268頁
15. 文欣潔、赤林伸一、坂口淳、有波裕貴、大熊耀平：家庭用エアコンを対象とした実使用時の COP に着目した最適機種選定方法に関する研究 その6 2015年度モデルのカタログスタディ及び COP マトリックス測定結果  
8月、2016年、日本建築学会大会学術講演梗概集、環境工学Ⅱ、851～852頁
16. 赤林伸一、文欣潔、坂口淳、有波裕貴、大熊耀平：家庭用エアコンを対象とした実使用時の COP に着目した最適機種選定方法に関する研究 その7 P社製及びME社製家庭用エアコンの比較  
8月、2016年、日本建築学会大会学術講演梗概集、環境工学Ⅱ、853～854頁
17. Study on the best selection method of home-use Air conditioner -Experimental Study on COP Matrixes and Simulation of Annual Averaged COP: Xinjie Wen, Shin-ichi Akabayashi, Jun Sakaguchi, Yuki Arinami  
2016.10, IAQVEC2016, Proceedings, Incheon, Korea