



蓄熱負荷を利用した 実使用時におけるヒートポンプの COP測定方法に関する研究

指導教員

得能 広裕
有波 裕貴 助教

エアコンの成績係数 (COP) は外気温と暖冷房出力により変化する。

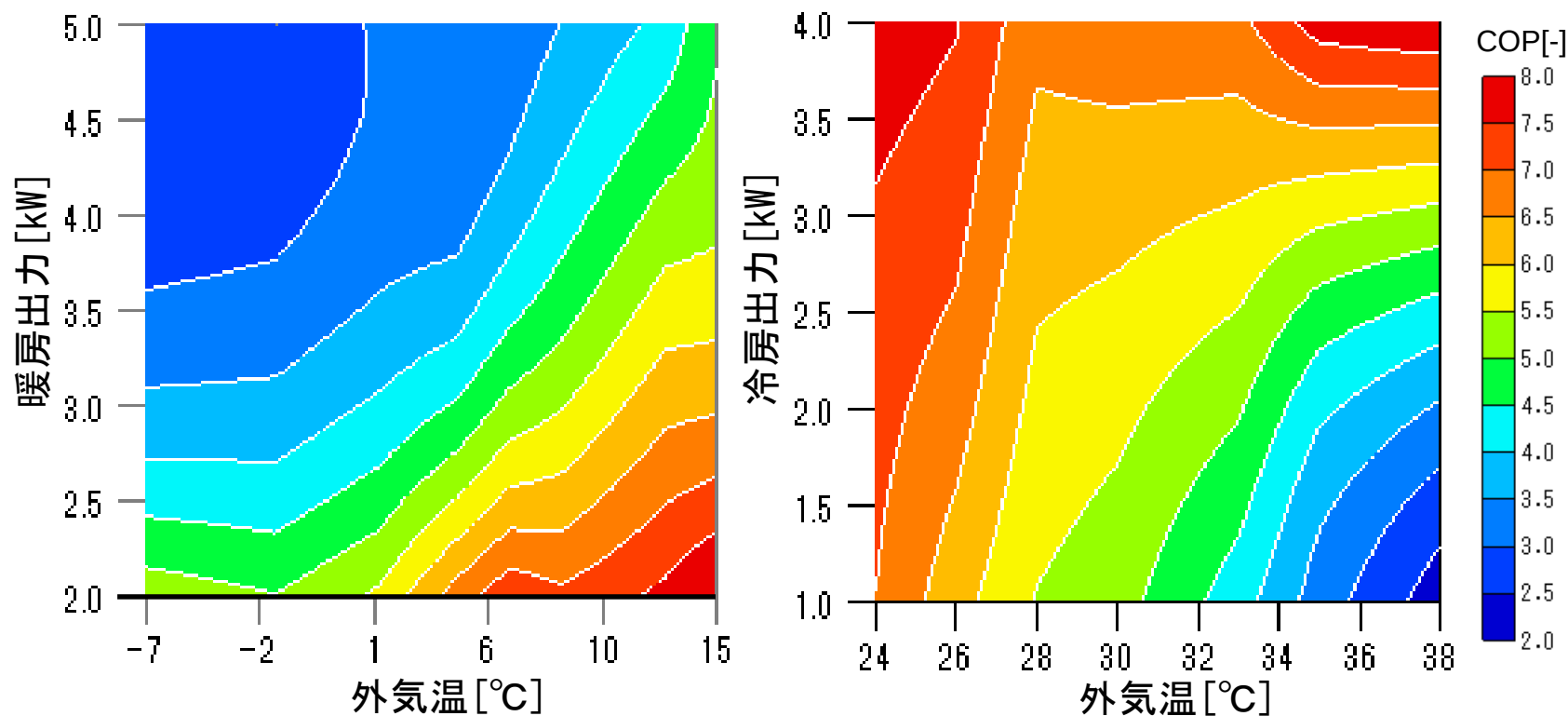


図 これまでに測定したCOPマトリックス

既往の研究^{文1)}では、年平均COPと年間積算電力消費量の算出に必要なCOP・外気温・暖冷房出力の関係(COPマトリックス)を簡易カロリーメータにより測定を行った。

文1) 赤林・坂口・文・有波「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」
日本建築学会大会学術講演梗概集 2014年

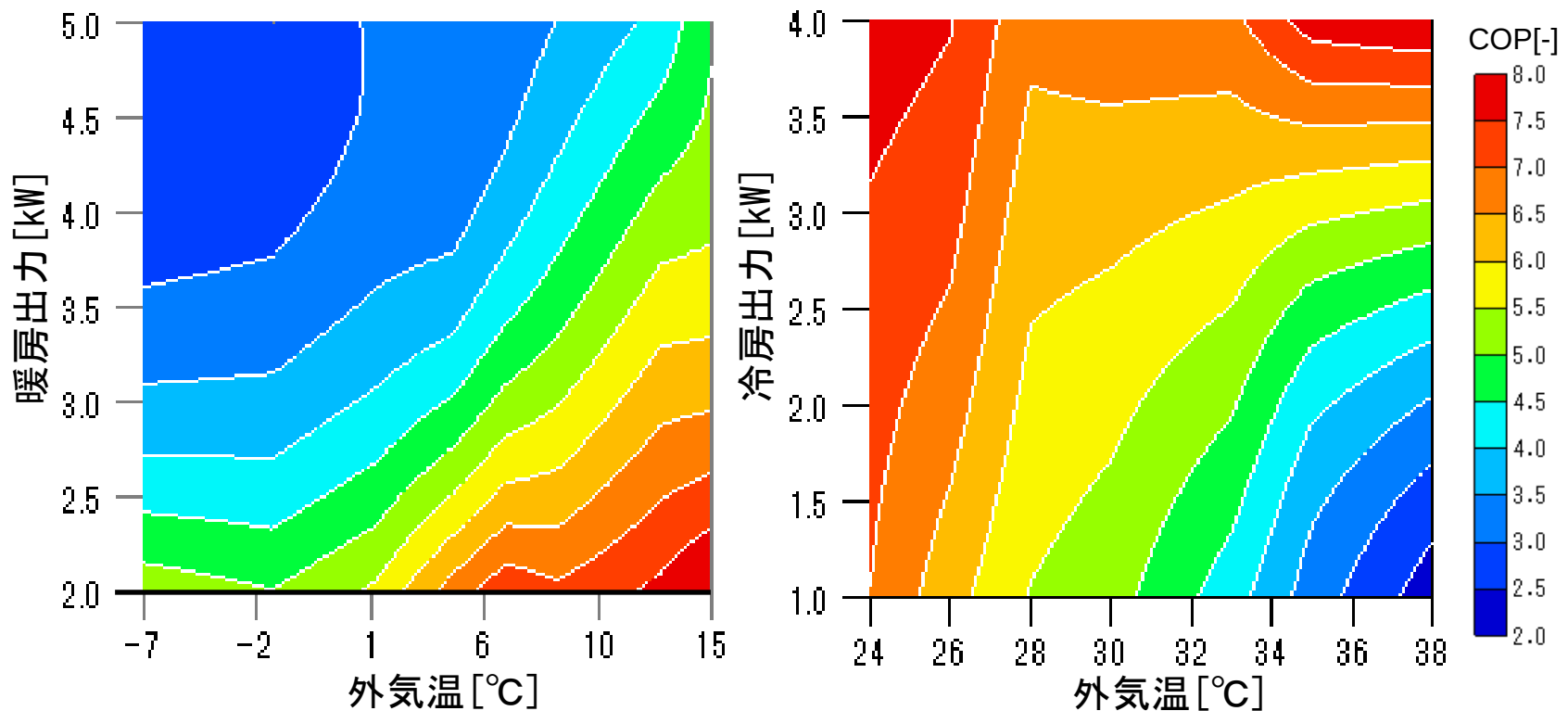


図 これまでに測定したCOPマトリックス

しかし、エアコンの制御方法は複雑化しており、これまでの室内機の吸込温度を制御して測定を行う方法では実運転時のCOPマトリックスを精度よく測定することが困難となっている。

既報^{文2)}ではエアコンの暖冷房出力が最大から最小まで時系列的に低下する過渡的状态におけるヒートポンプのCOP測定を行っている。

文2) 大熊「家庭用エアコンを対象とした実使用時の年間暖冷房 COP に関する研究」新潟大学工学部建設学科建築学コース卒業論文 2015年

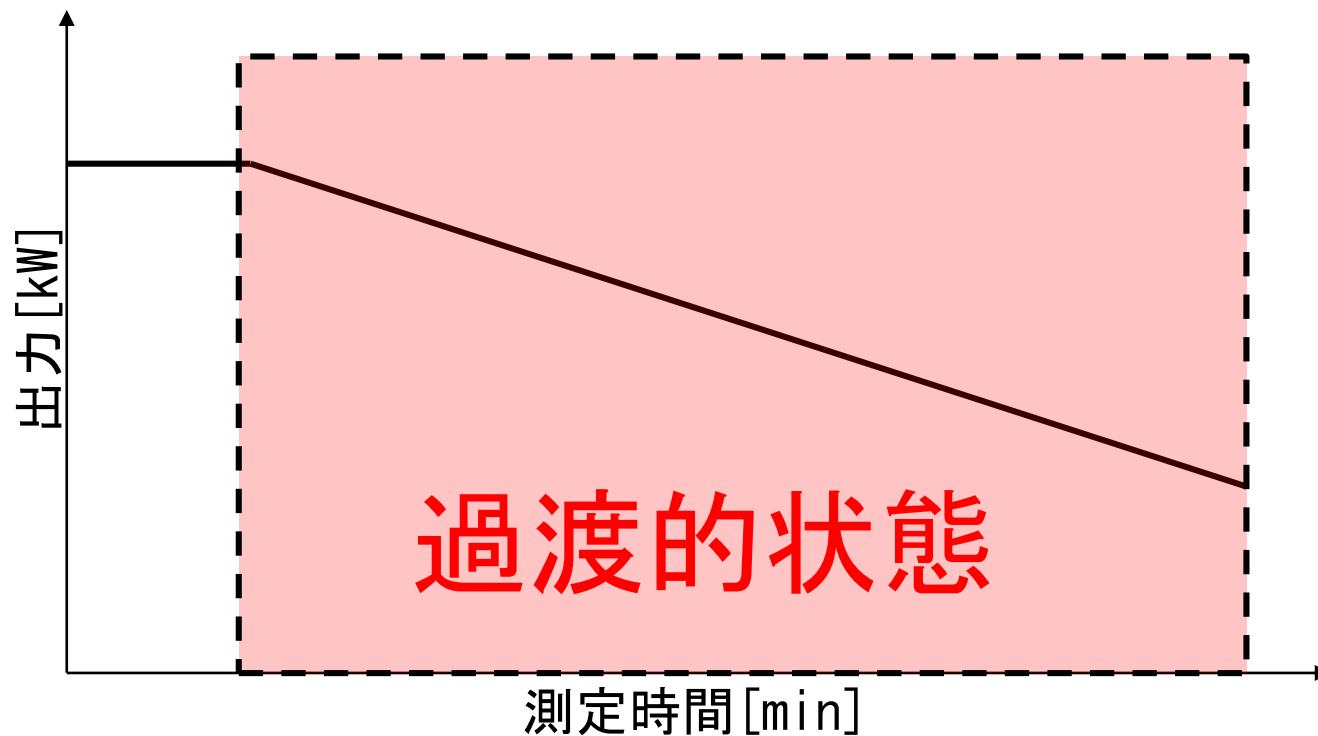
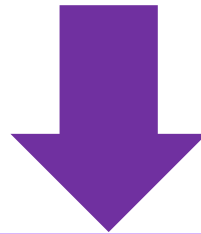
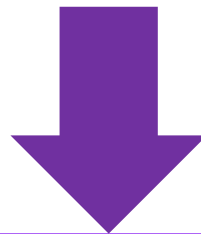


図 測定対象エアコンの出力変化イメージ

過渡的状态で測定を行う際に、チャンバー内の熱容量が少ないと、室内機の吸込温度がすぐにエアコンの設定温度に達するため、COPマトリックスの作成に必要な定常時に近いデータを十分に確保することが困難である。



本研究では、簡易カロリメータの室内機用チャンバー内に蓄熱材を設置し、蓄熱負荷に対して測定対象エアコンで暖冷房を行う。



エアコンの暖冷房出力が時系列的に低下する過渡的状态において十分なデータを測定することのできるヒートポンプのCOP測定方法を開発することを目的とする。

研究目的

本測定方法では一回の実験でエアコンの出力とCOPの関係を連続的に測定することが出来るため、室内温度を制御する従来の測定方法に比較して**短時間化・省力化**することも意図している。

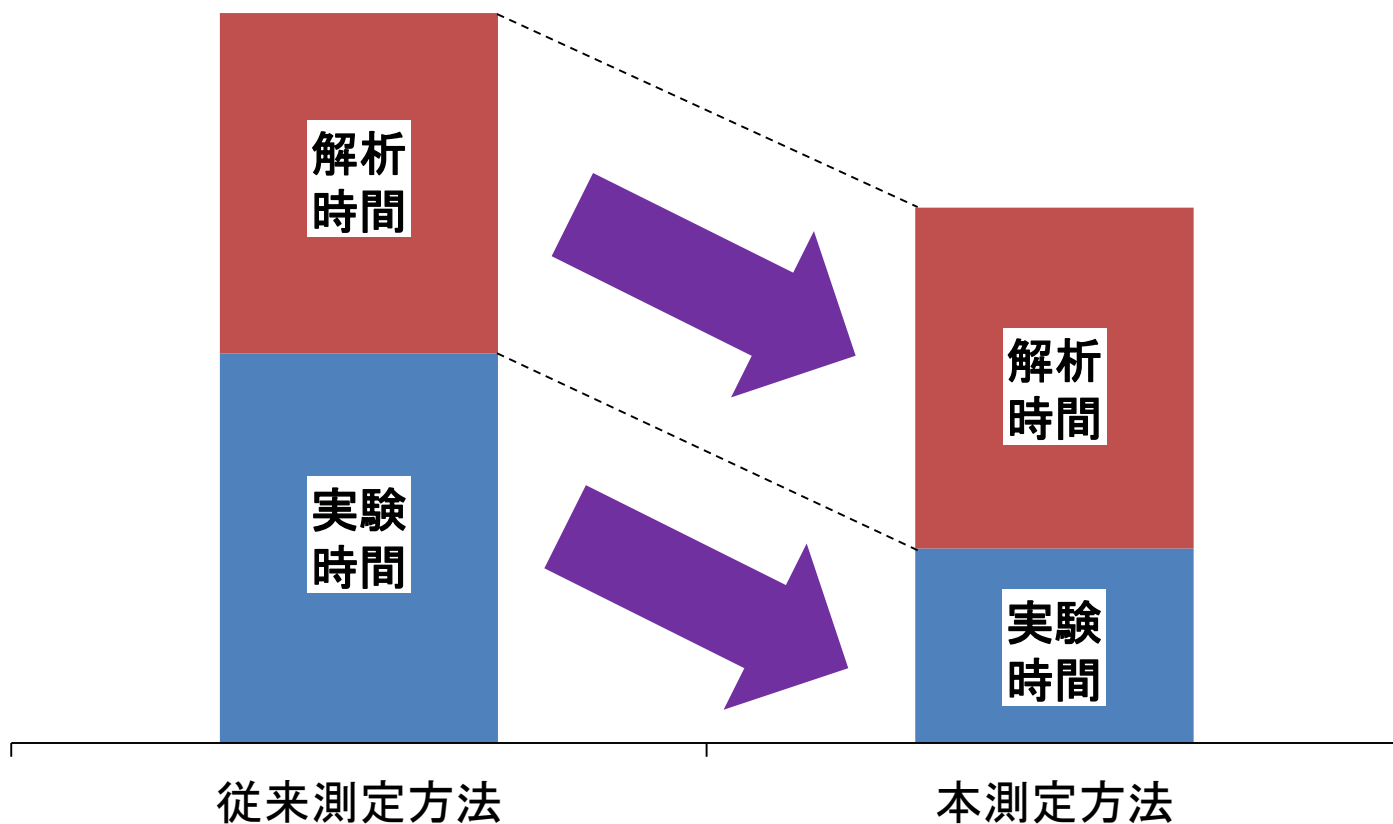
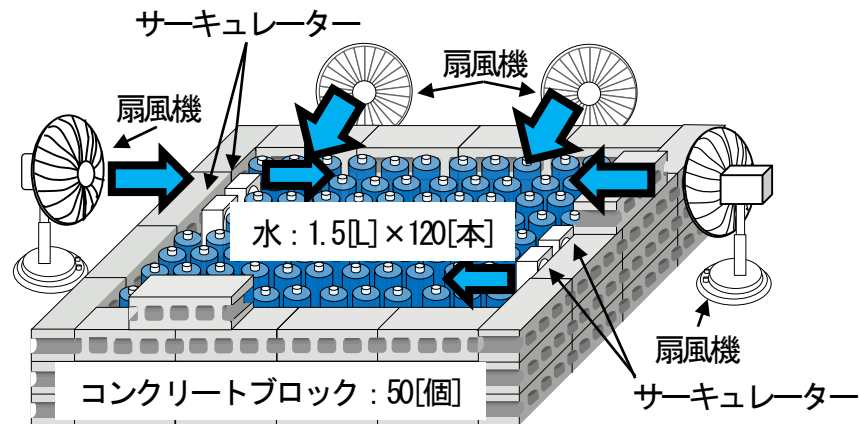
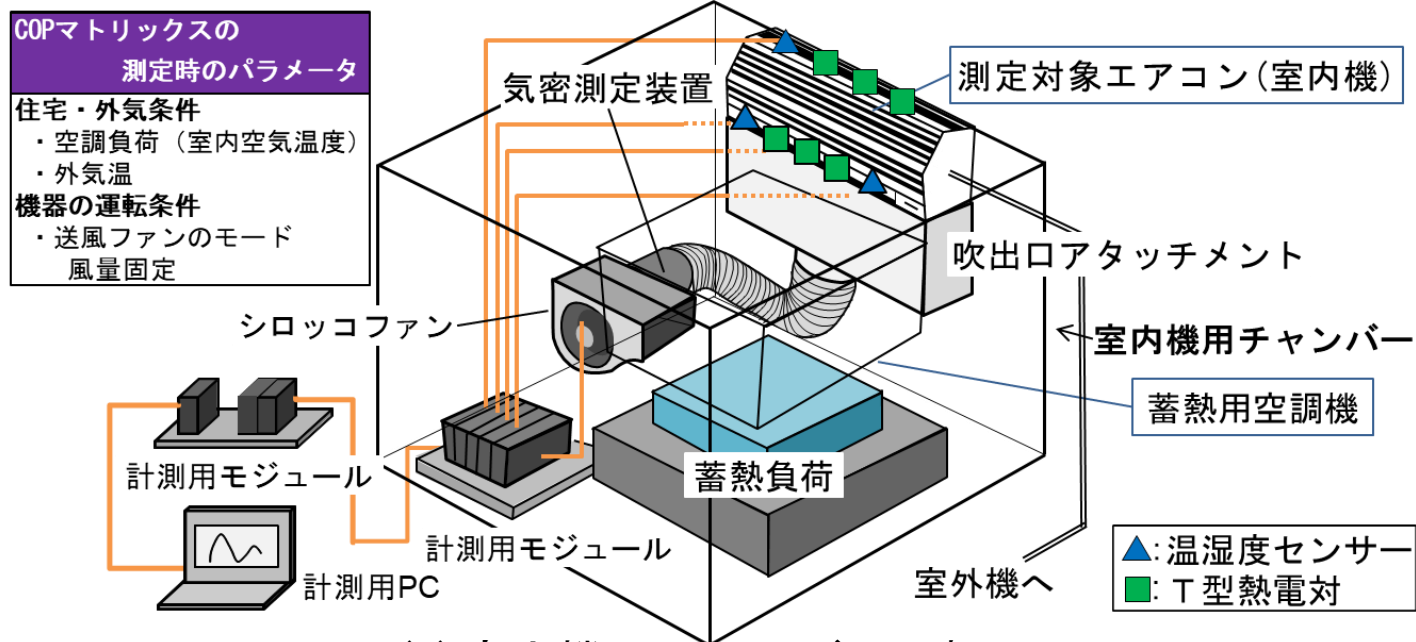


図 実験における必要時間のイメージ

研究概要 蓄熱式簡易カロリメータの概要



(a) 蓄熱材の概要

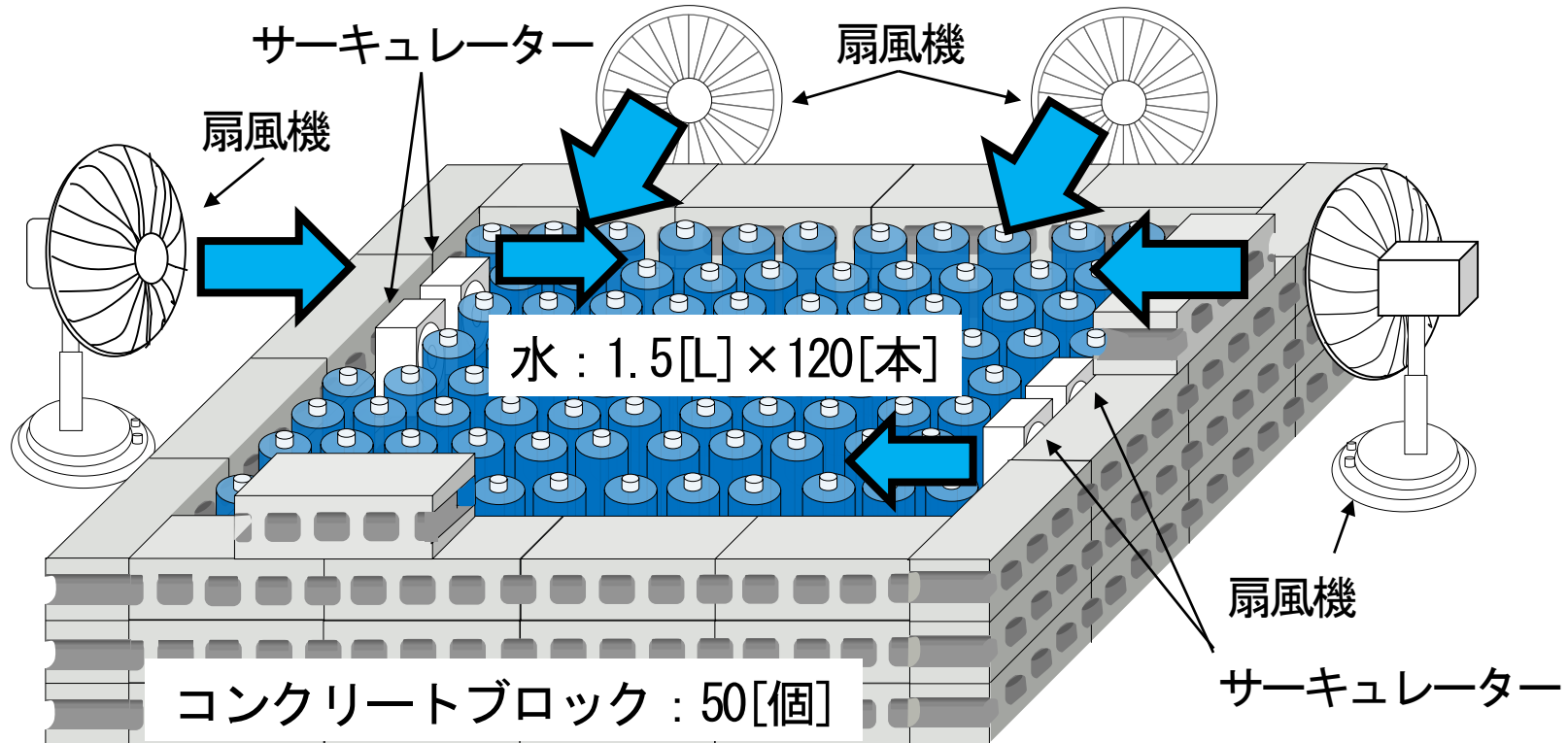


(b) 室内機用チャンバーの概要

図1 蓄熱式簡易カロリメータの概要

研究概要 蓄熱式簡易カロリメータの概要

蓄熱材には水を入れたペットボトル(1.5[L]×120[本]、総熱容量：約760[kJ/K])及びコンクリートブロック(390[mm]×190[mm]×120[mm]×50[個]、総熱容量：約530[kJ/K])を用い、**顕熱蓄熱**を行う。

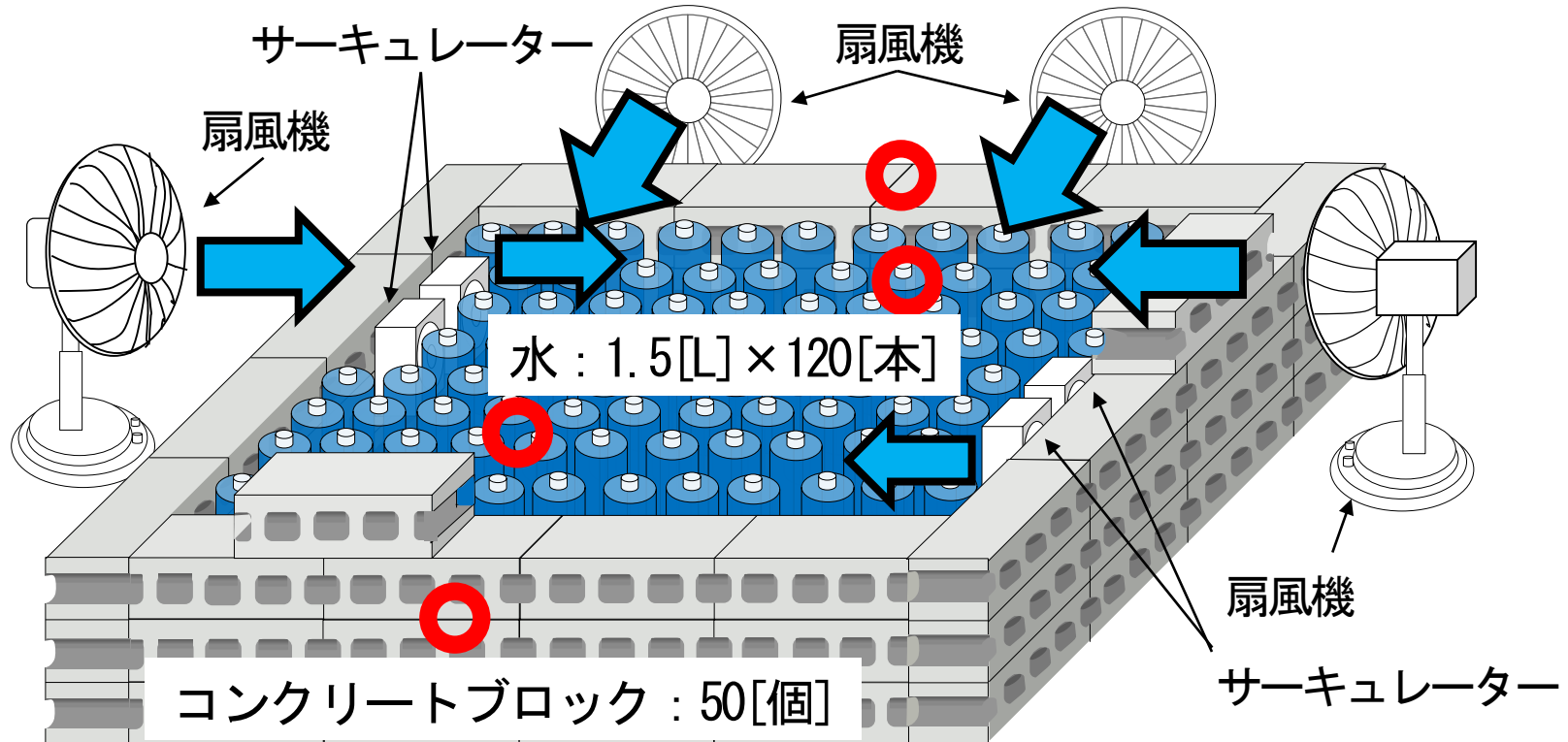


(a) 蓄熱材の概要

図1 蓄熱式簡易カロリメータの概要

研究概要 蓄熱式簡易カロリメータの概要

蓄熱材の温度はT型熱電対を用い、水とコンクリートブロックにそれぞれ2点設置し測定する。又、蓄熱材周辺の対流熱伝達率を大きくして放熱を促進させ、**チャンバー内の温度分布を均一にする**ために扇風機とサーキュレーターを配置する。

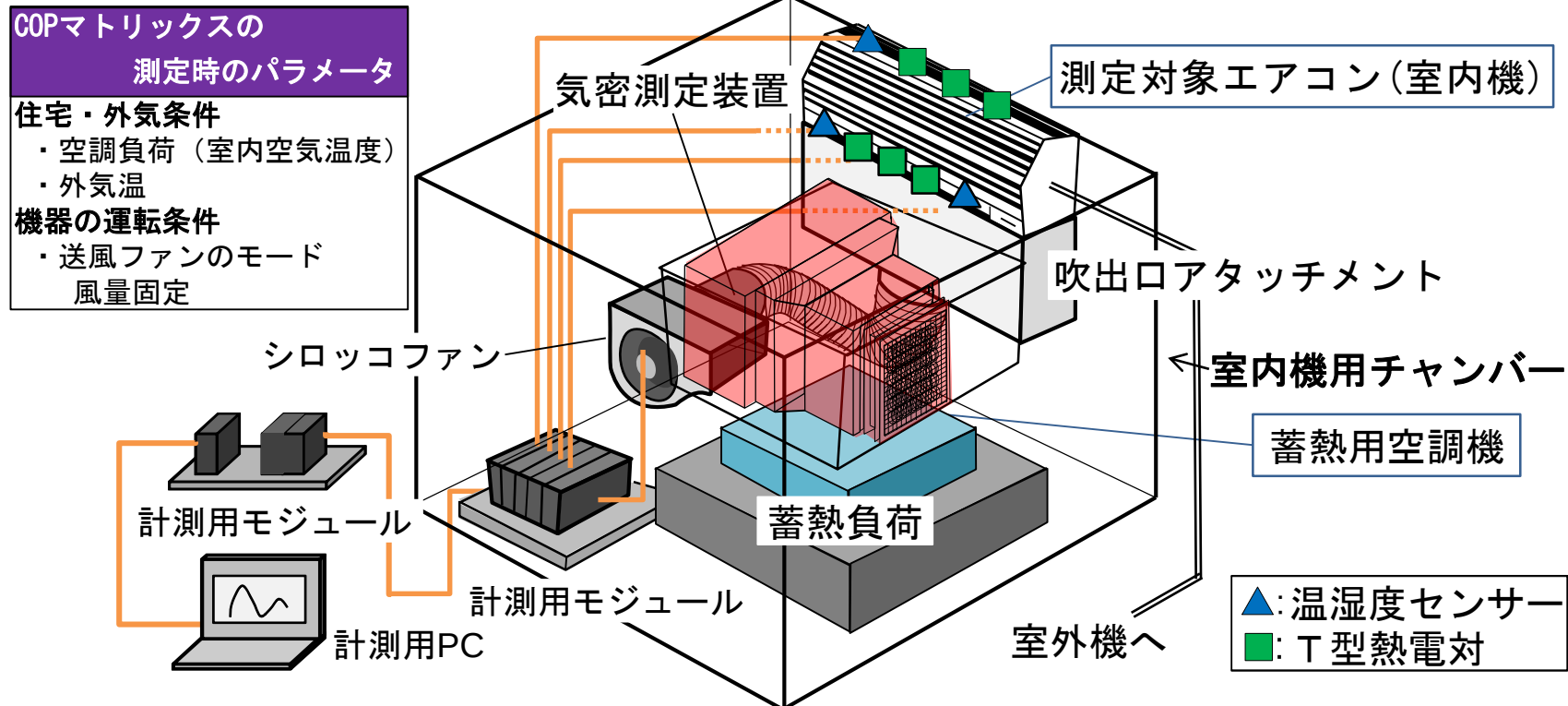


(a) 蓄熱材の概要

図1 蓄熱式簡易カロリメータの概要

研究概要 蓄熱式簡易カロリメータの概要

蓄熱式簡易カロリメータは室内、室外機用チャンバー内に蓄熱用空調機を設置し、空気温度を変化させることで蓄熱温度及び外気温を制御する。



(b) 室内機用チャンバーの概要

図1 蓄熱式簡易カロリメータの概要

研究概要 実験の概要

表 1 実験対象とした家庭用エアコンのカatalog性能値

メーカー	性能												電源	
	冷房					暖房					APF [-]	期間消費 電力 [kWh]	相	電圧 [V]
	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				
ME社	2.2	0.6 ↗ 3.4	440	105 ↗ 880	5.0	2.5	0.6 ↗ 5.2	465	105 ↗ 1480	5.4	6.9	603	単	100

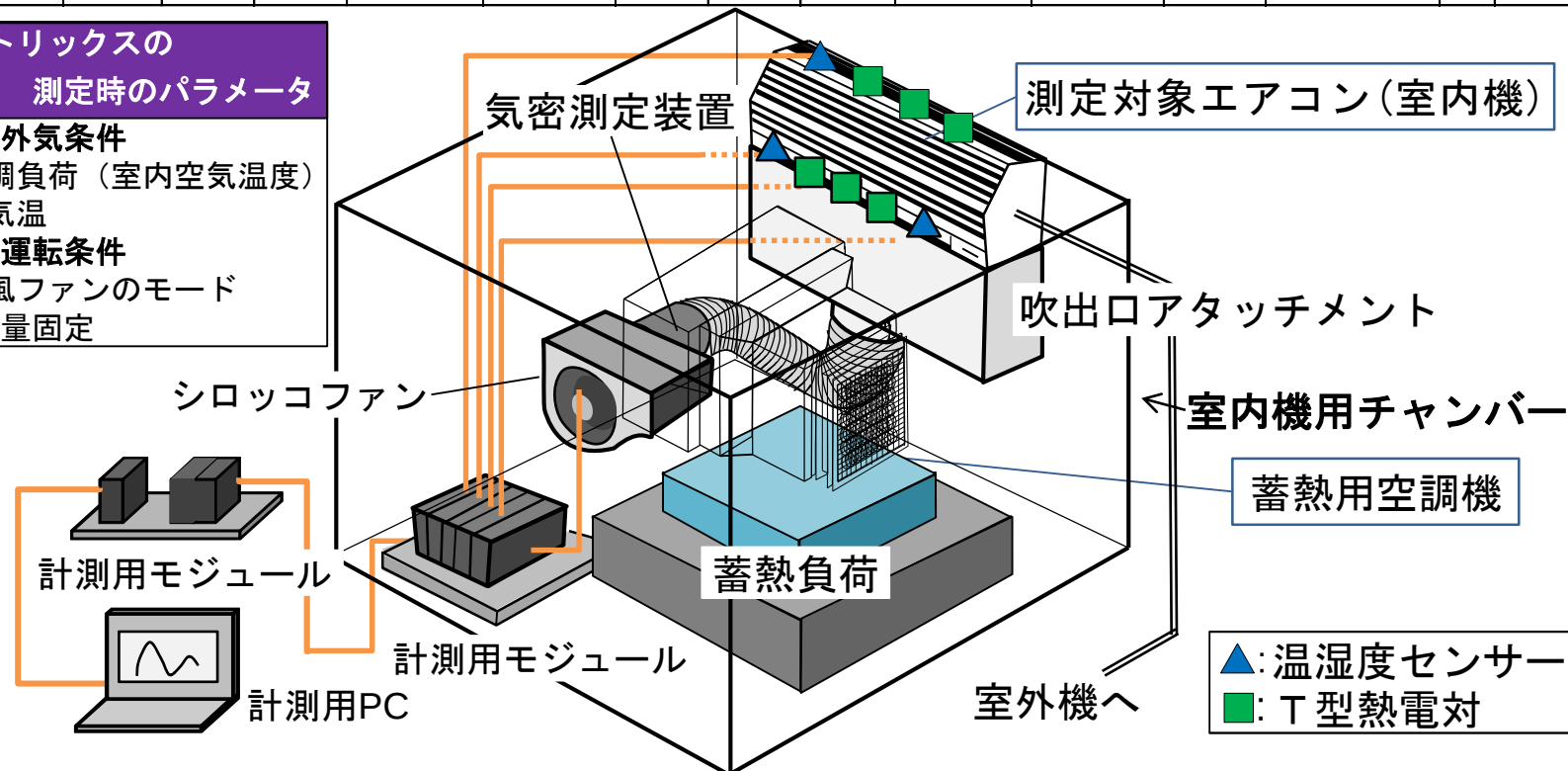
**COPマトリックスの
測定時のパラメータ**

住宅・外気条件

- ・ 空調負荷（室内空気温度）
- ・ 外気温

機器の運転条件

- ・ 送風ファンのモード
風量固定

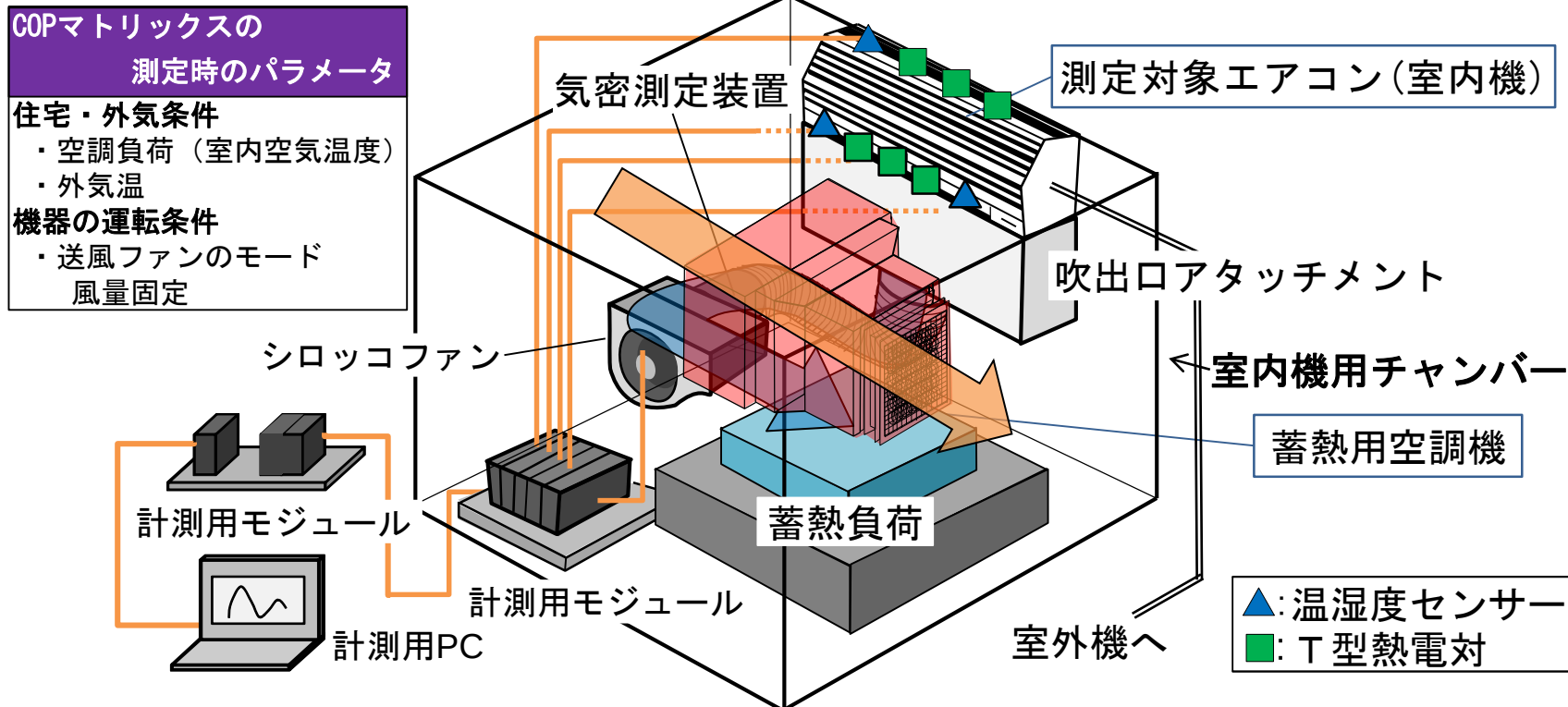


(b) 室内機用チャンバーの概要

図 1 蓄熱式簡易カロリメータの概要

本実験では始めに、蓄熱用空調機を稼働させて蓄熱※¹を行う。
次に実験対象エアコンを稼働させ、出力が一定となり安定した
ことを確認する。

※1 暖房実験では蓄熱材表面温度が5 [°C]、冷房実験では40 [°C] となるように蓄熱する。

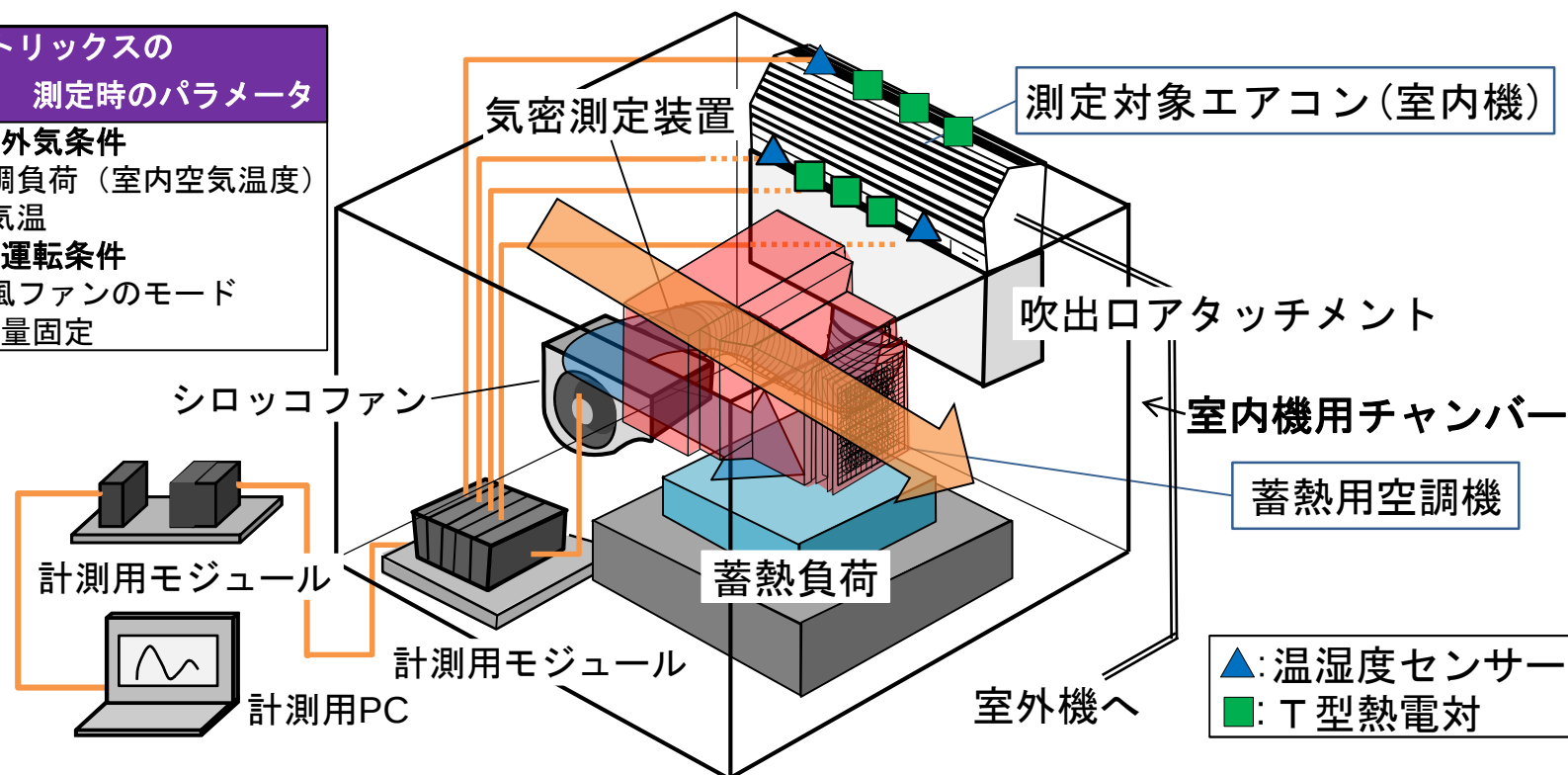


(b) 室内機用チャンバーの概要

図1 蓄熱式簡易カロリメータの概要

蓄熱用空調機を停止し実験を開始する。測定対象エアコンのみで室内機用チャンバーの暖冷房を行い、室内温度が設定温度に近づく過渡的状态において測定を行う。

COPマトリックスの 測定時のパラメータ	
住宅・外気条件	
・ 空調負荷（室内空気温度）	
・ 外気温	
機器の運転条件	
・ 送風ファンのモード	
風量固定	



(b) 室内機用チャンバーの概要

図1 蓄熱式簡易カロリメータの概要

温湿度センサー※²、T型熱電対を図1に示す位置にそれぞれ設置し、温湿度を測定する。

※² 温度分解能:0.1[°C]、湿度分解能:0.1[%]、温度測定確度:±0.5[°C] (0~35.0[°C])、±1.0[°C] (35.1~70.0[°C])、湿度測定確度:測定温湿度によるが概ね±5~10[%]。

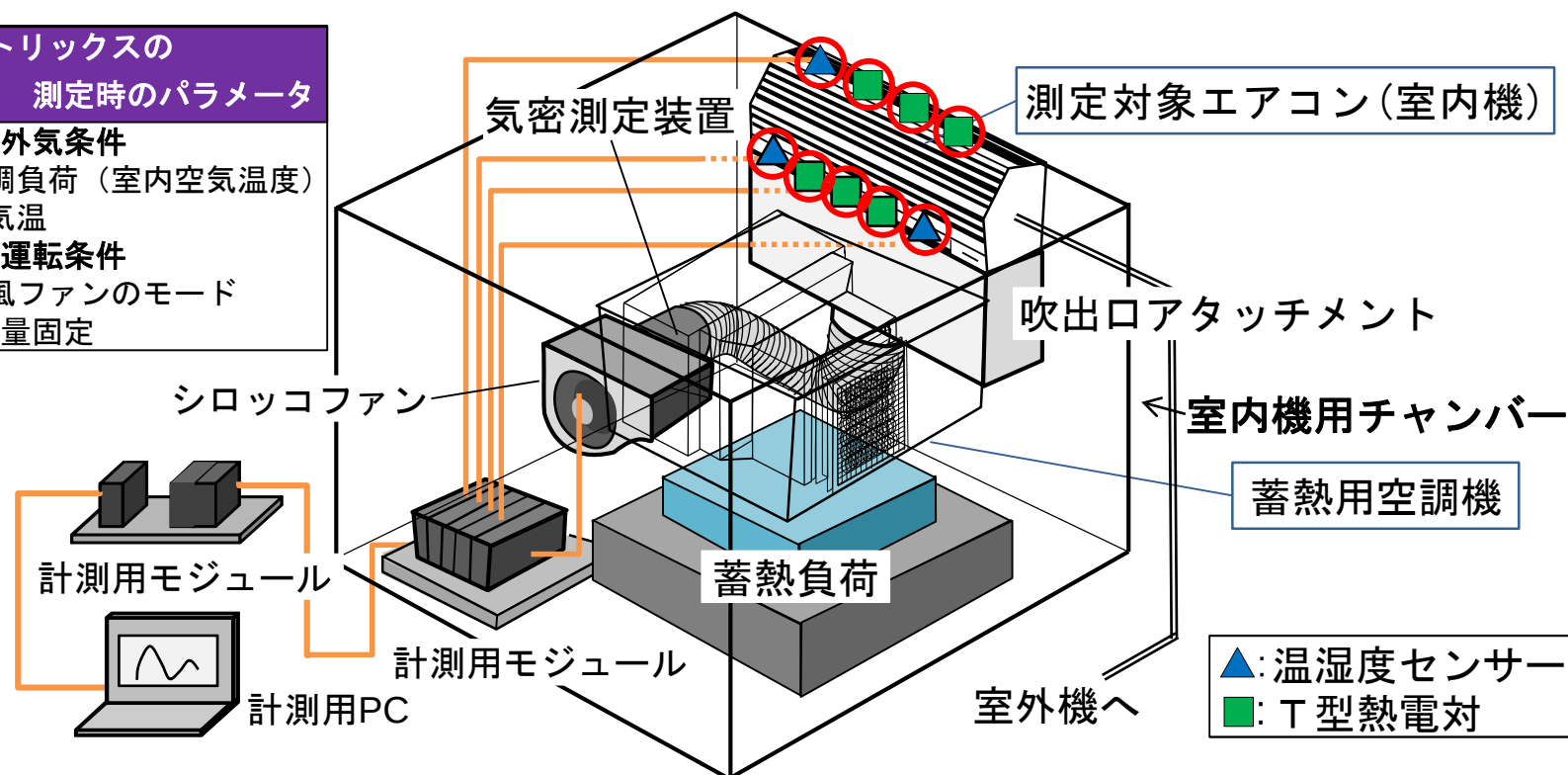
COPマトリックスの
測定時のパラメータ

住宅・外気条件

- ・ 空調負荷 (室内空気温度)
- ・ 外気温

機器の運転条件

- ・ 送風ファンのモード
風量固定

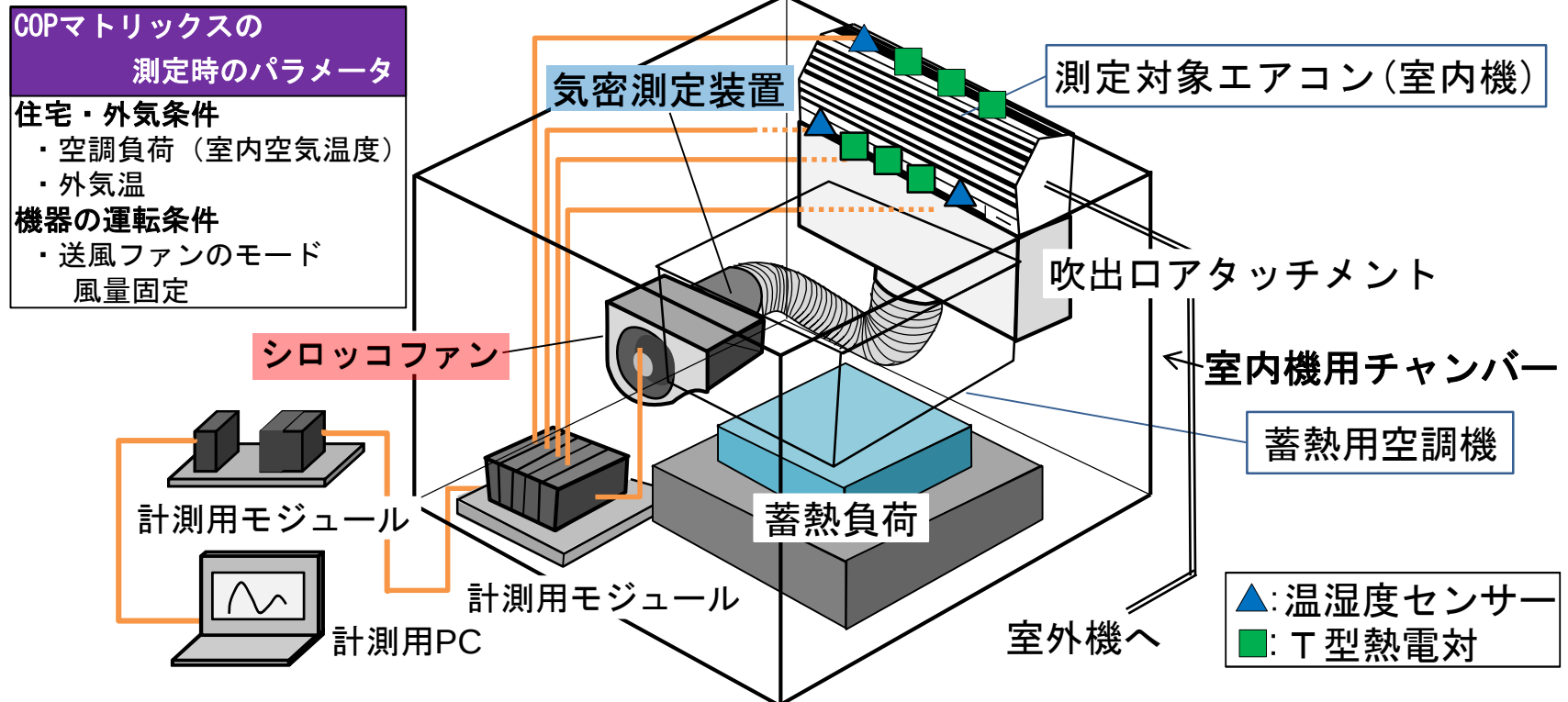


(b) 室内機用チャンバーの概要

図1 蓄熱式簡易カロリメータの概要

室内機の循環処理風量はアタッチメントで室内機吹出口に直列に接続したシロッコファンと気密測定装置の風量測定装置で制御※³する。

※3 制御する処理風量はアタッチメントを室内機吹出口に接続しない状態で予備実験を行い、リモコンの各風量設定の風量を測定して決定した。



(b) 室内機用チャンバーの概要

図1 蓄熱式簡易カロリメータの概要

エアコンのリモコン設定風量は弱及び強とする。又、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周波数を測定する。

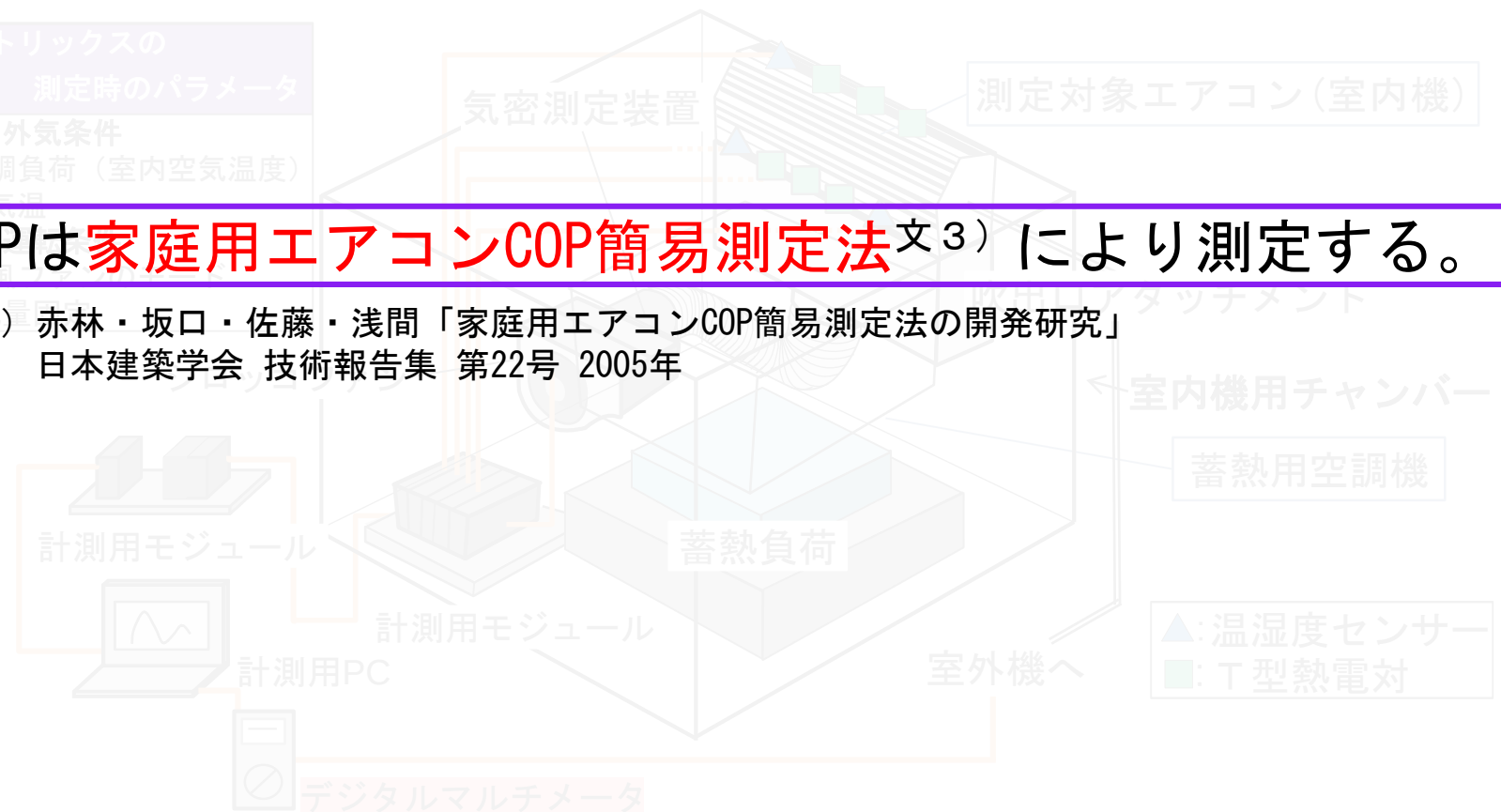
COPマトリックスの
測定時のパラメータ
住宅・外気条件
・空調負荷（室内空気温度）
・外気温度

気密測定装置

測定対象エアコン（室内機）

COPは家庭用エアコンCOP簡易測定法^{文3)}により測定する。

文3) 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 第22号 2005年



(b) 室内機用チャンバーの概要

図1 蓄熱式簡易カロリメータの概要

研究概要 COPマトリックスの作成

外気温、暖冷房出力及びCOPの関係からCOPマトリックスの作成を行う。外気温0.1[°C]、出力0.1[kW]毎にCOPマトリックス内にプロットし、測定されていない条件は**回帰式**により補完する。

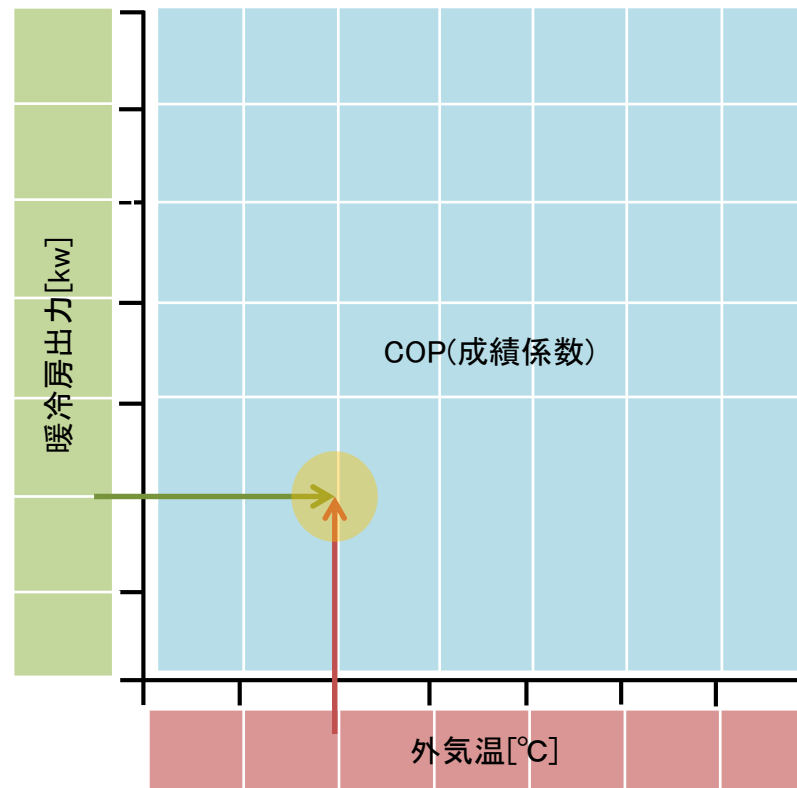
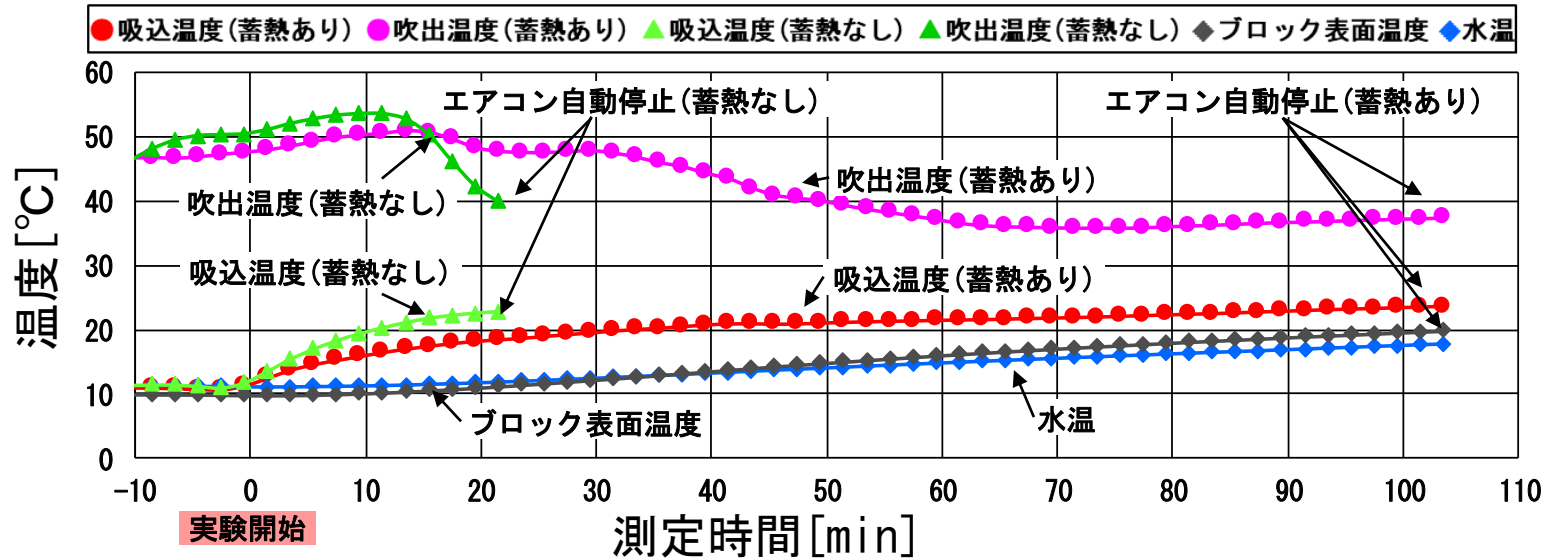
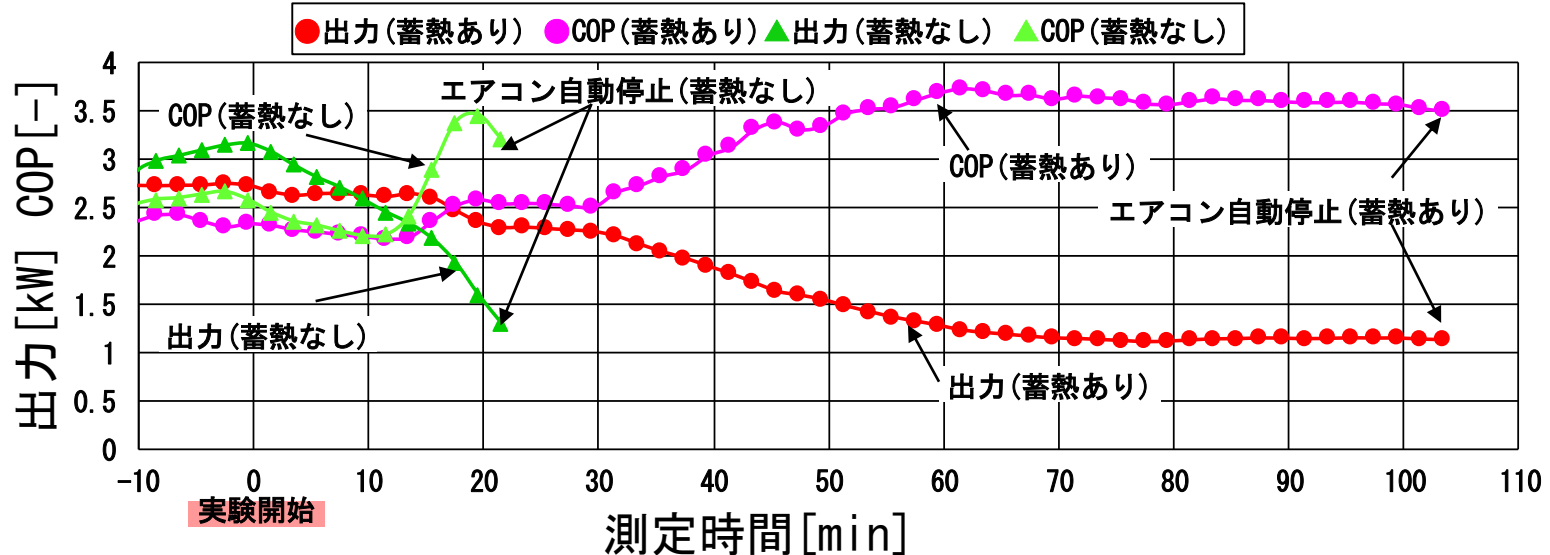


図 COPマトリックスのイメージ

測定結果 蓄熱負荷の有無による比較



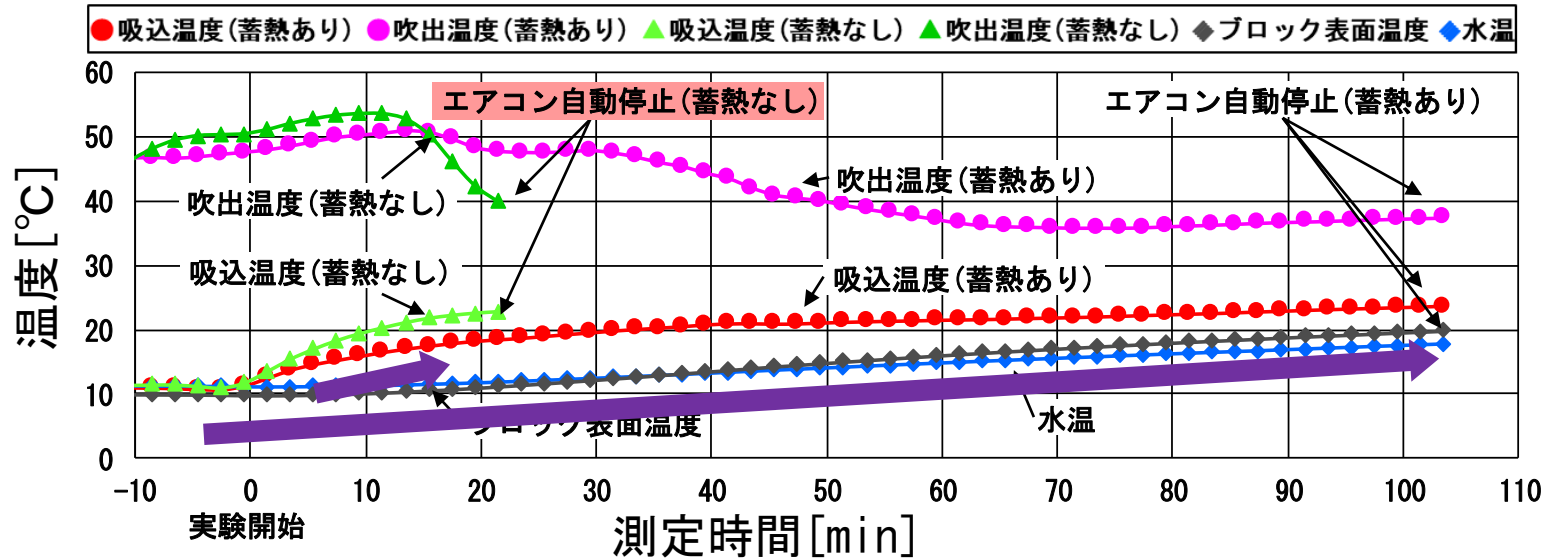
(a) エアコンの吹込・吹出口及び蓄熱負荷の温度



(b) エアコンの出力とCOP

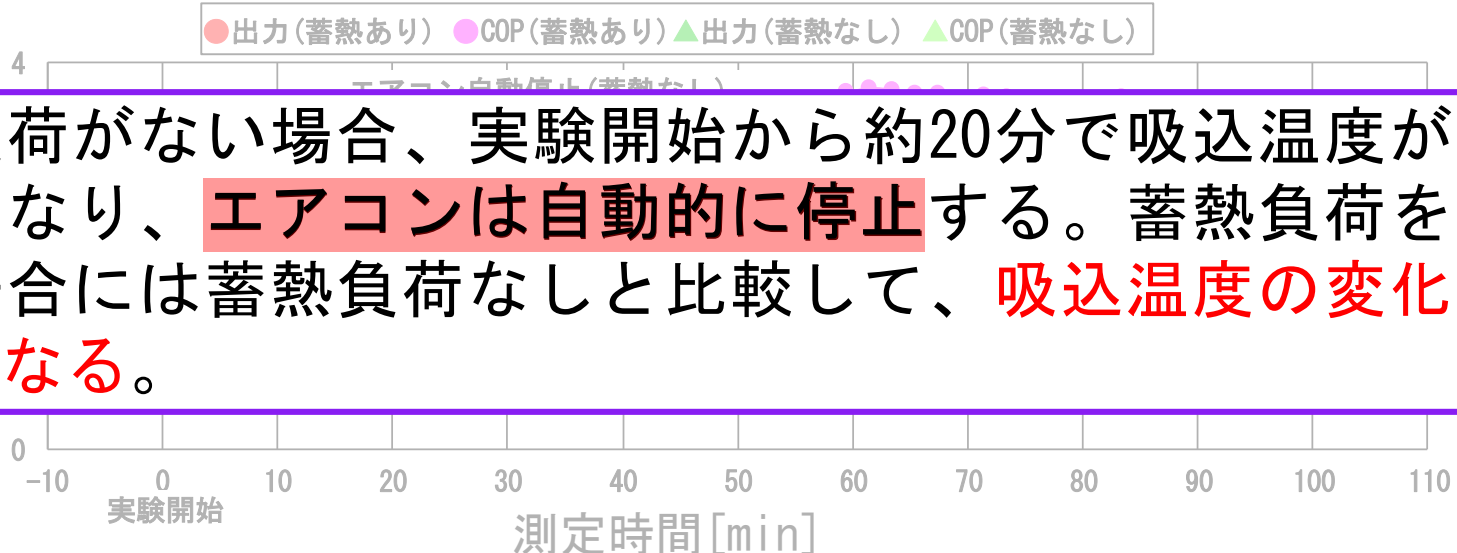
図2 暖房時における蓄熱負荷の有無によるエアコンの稼働状況の推移

測定結果 蓄熱負荷の有無による比較



(a) エアコンの吹込・吹出口及び蓄熱負荷の温度

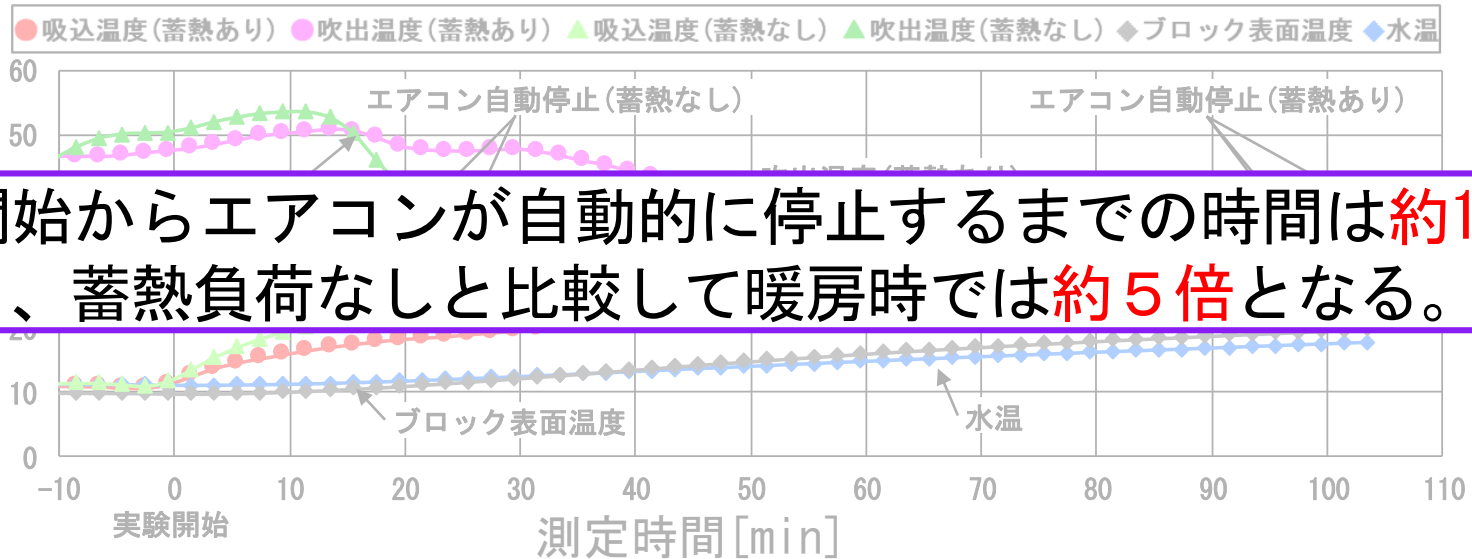
蓄熱負荷がない場合、実験開始から約20分で吸込温度が設定温度となり、**エアコンは自動的に停止**する。蓄熱負荷を設置した場合には蓄熱負荷なしと比較して、**吸込温度の変化が緩やかになる**。



(b) エアコンの出力とCOP

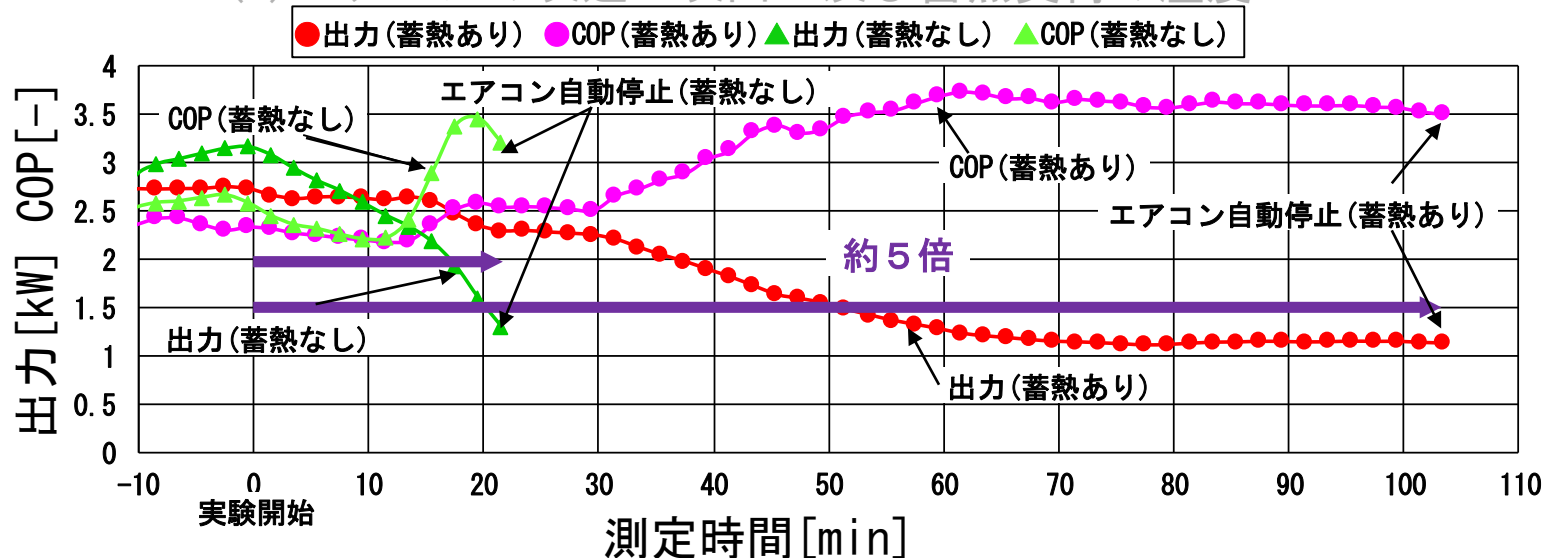
図2 暖房時における蓄熱負荷の有無によるエアコンの稼働状況の推移

測定結果 蓄熱負荷の有無による比較



実験開始からエアコンが自動的に停止するまでの時間は**約100分**となり、蓄熱負荷なしと比較して暖房時には**約5倍**となる。

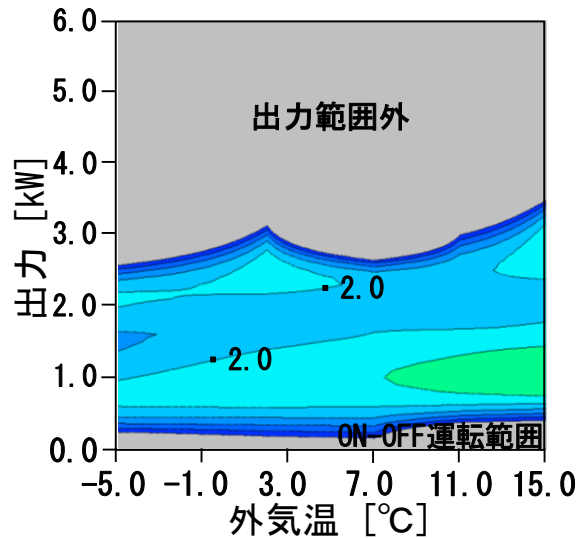
(a) エアコンの吹込・吹出口及び蓄熱負荷の温度



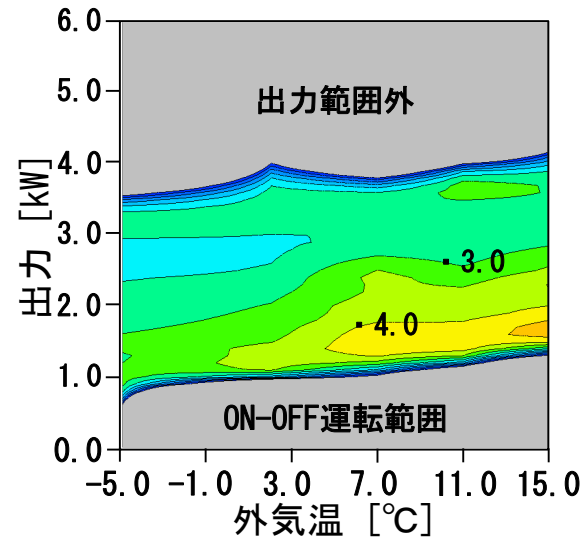
(b) エアコンの出力とCOP

図2 暖房時における蓄熱負荷の有無によるエアコンの稼働状況の推移

測定結果 COPマトリックスの比較

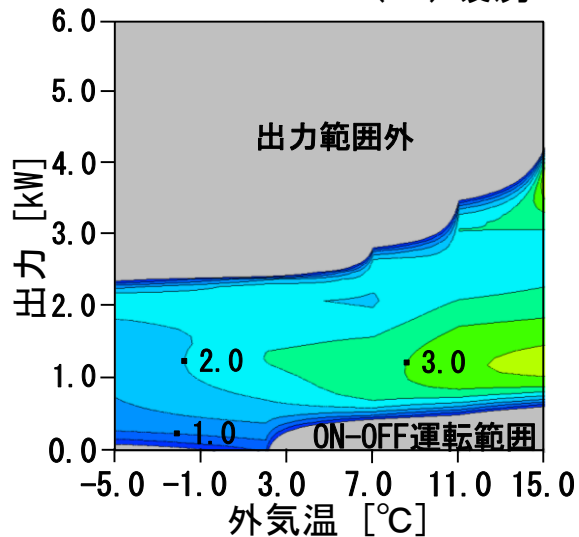


(a) 蓄熱負荷なし

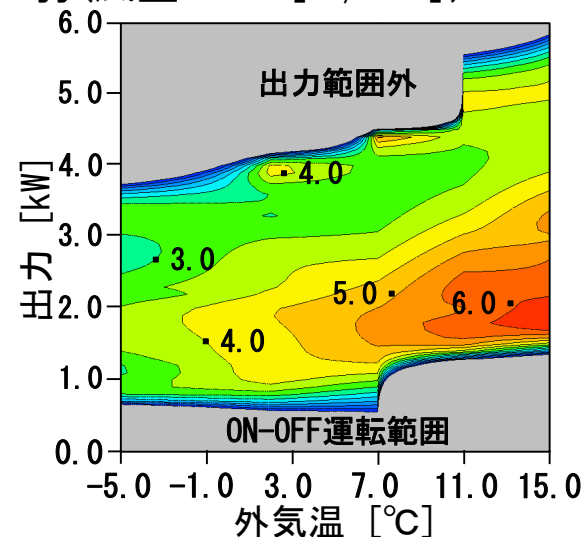


(b) 蓄熱負荷あり

(1) 暖房・設定風量：弱(風量：4.5[m³/min])



(a) 蓄熱負荷なし



(b) 蓄熱負荷あり

(2) 暖房・設定風量：強(風量：7.5[m³/min])

COP[-]

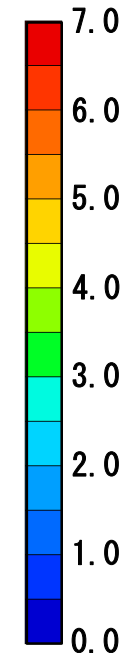
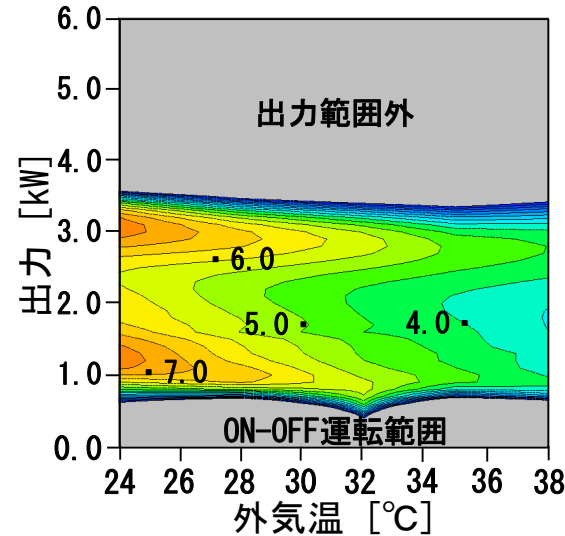
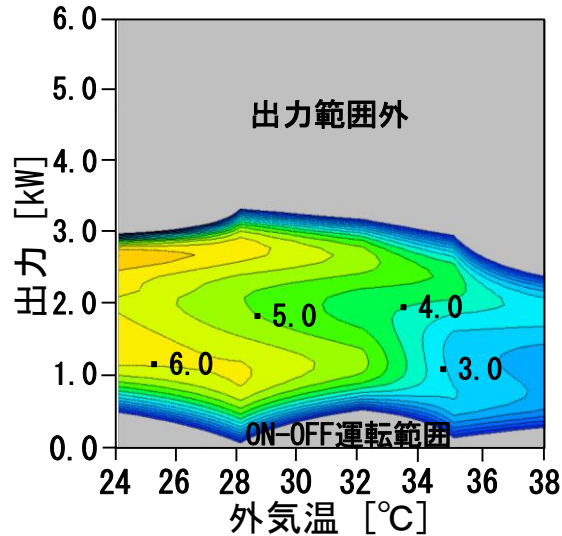
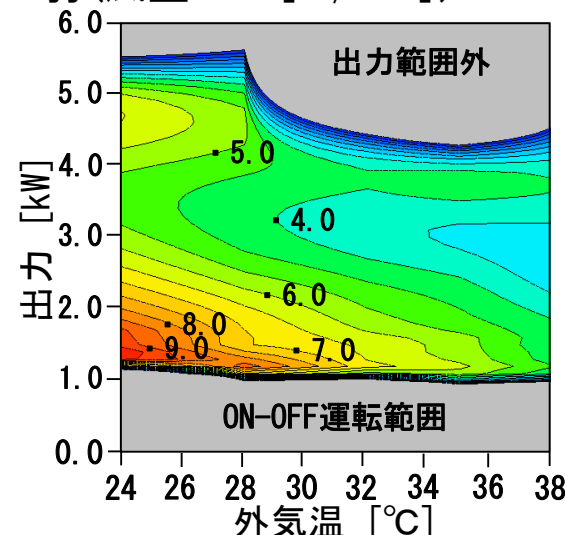
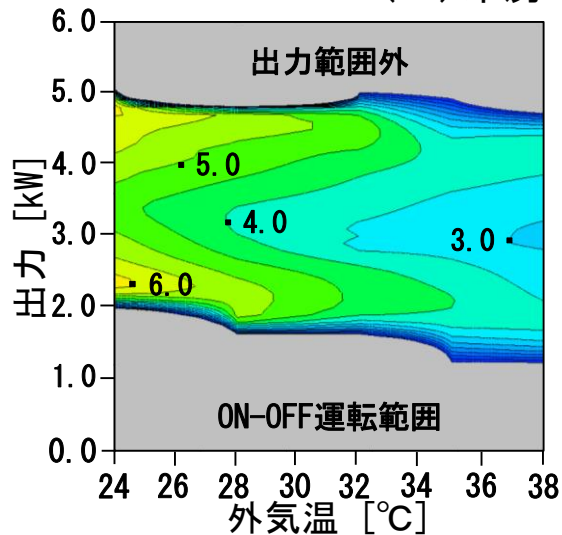


図3 測定対象エアコンの設定風量別のCOPマトリックス

測定結果 COPマトリックスの比較



(3) 冷房・設定風量：弱(風量：7 [m³/min])



(4) 冷房・設定風量：強(風量：10[m³/min])

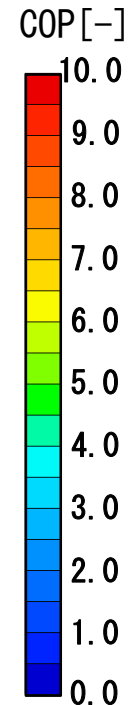
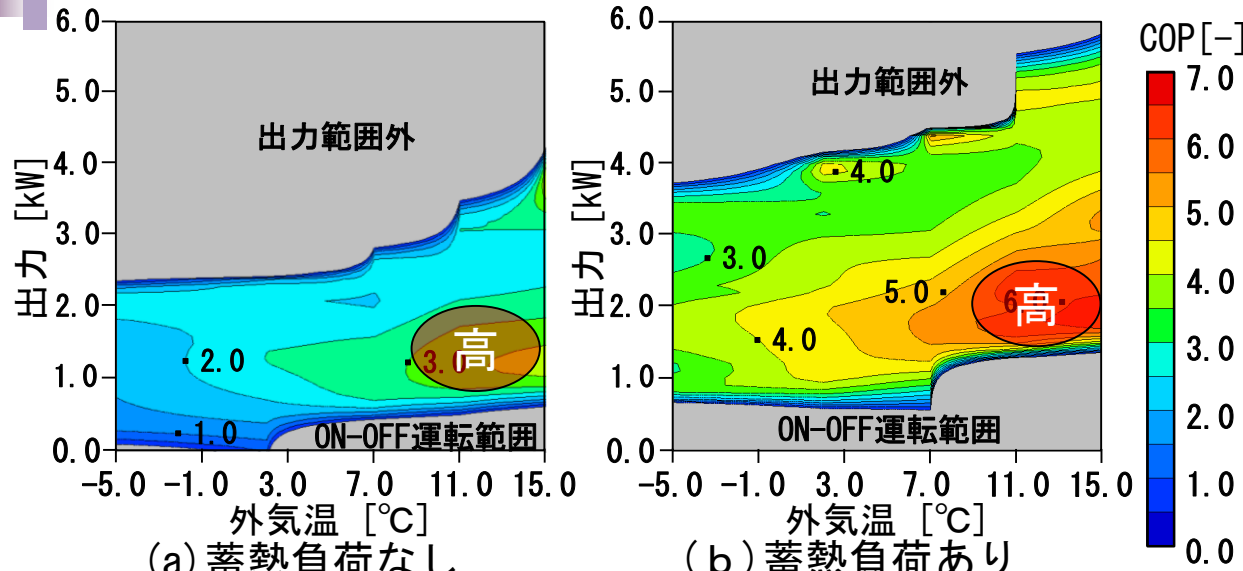


図3 測定対象エアコンの設定風量別のCOPマトリックス

測定結果 COPマトリックスの比較



蓄熱負荷の有無による比較を行うと、暖冷房ともにどの設定風量でもCOPがピークとなる外気温と出力の範囲は**ほぼ変化しない**。

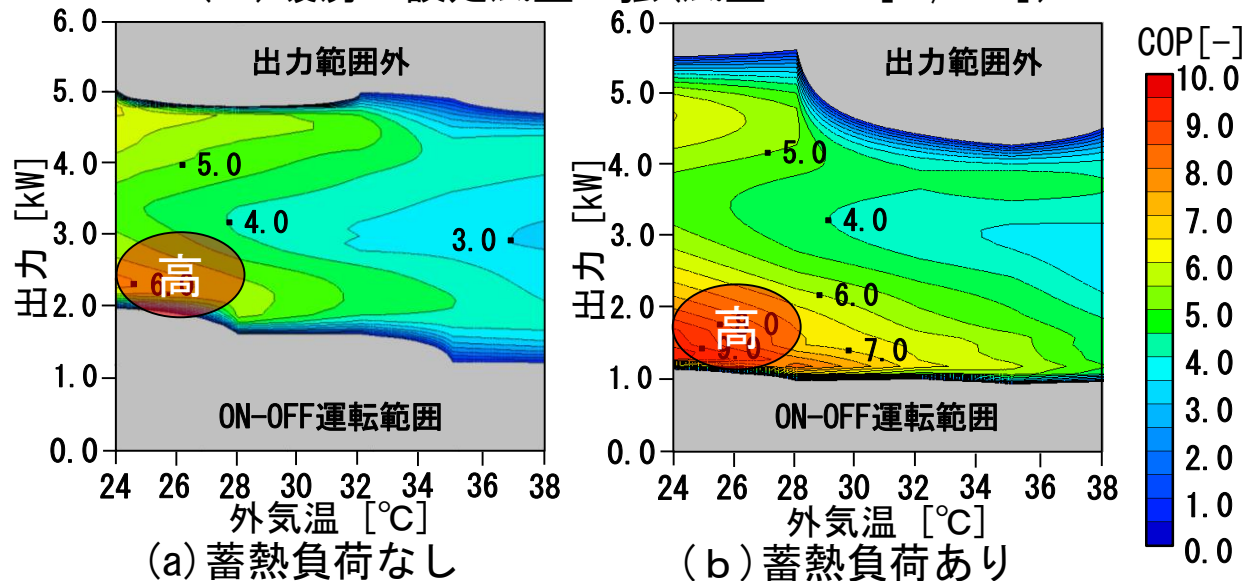
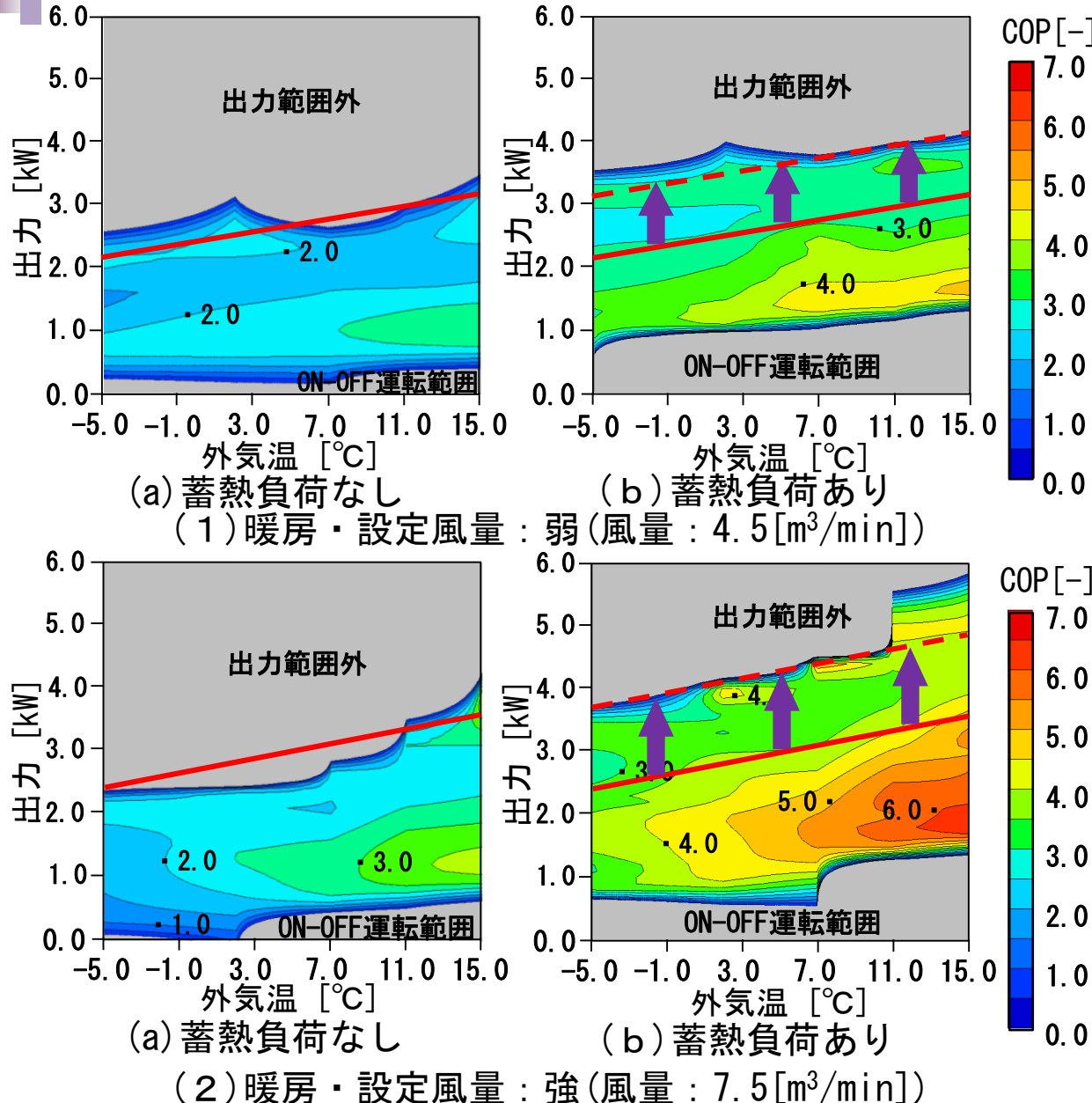


図3 測定対象エアコンの設定風量別のCOPマトリックス

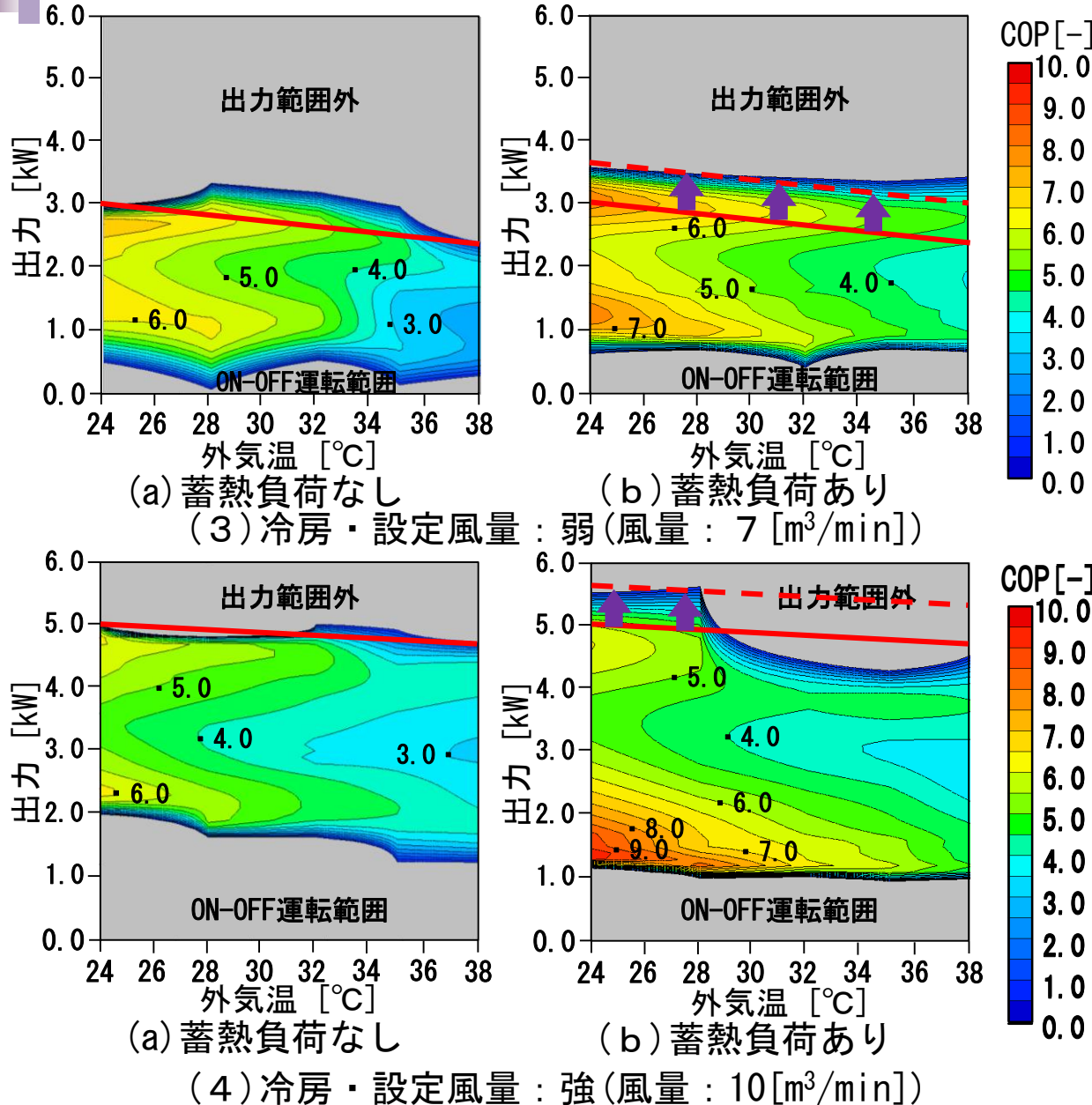
測定結果 COPマトリックスの比較



出力が測定できる範囲は、暖房時の設定風量：弱では約1.0[kW]、設定風量：強では7.0[°C]から15[°C]の低出力部分を除いて約1.5[kW]高出力側に増加する。

図3 測定対象エアコンの設定風量別のCOPマトリックス

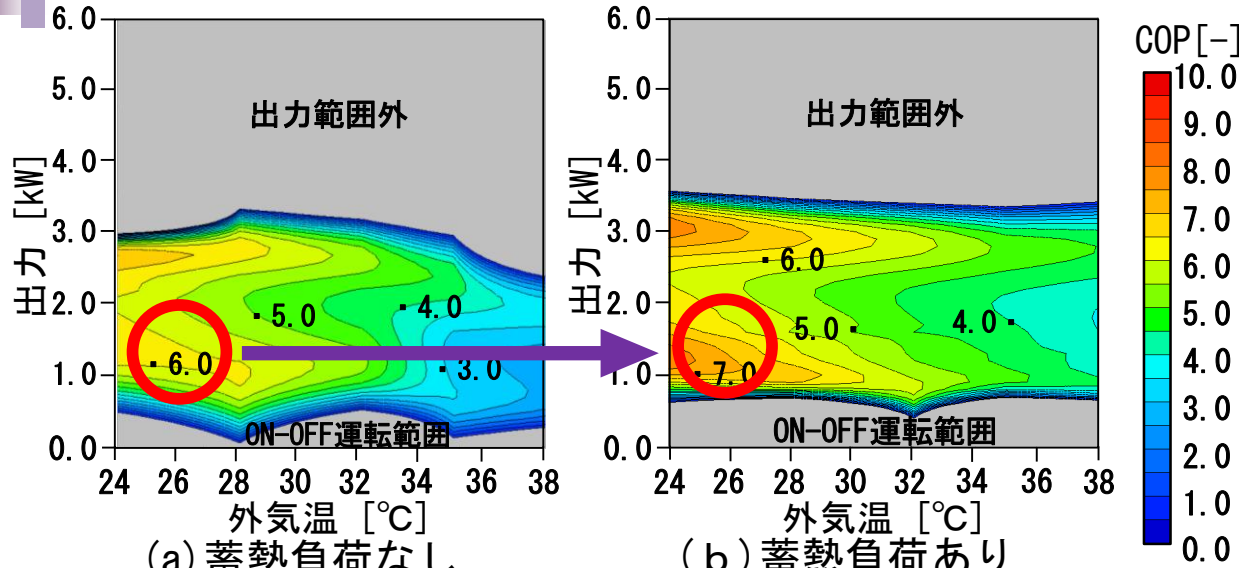
測定結果 COPマトリックスの比較



冷房時の設定風量：
弱では外気温24[°C]
と 38[°C] 時に **約
0.5[kW]**、設定風量
：強では外気温
24[°C]から28[°C]に
かけて **約0.5[kW] 高
出力側に出力範囲が
増加する。**

図3 測定対象エアコンの設定風量別のCOPマトリックス

測定結果 COPマトリックスの比較



COPの最大値はどの条件でも蓄熱負荷を設置した場合で約1.5程度上昇する。

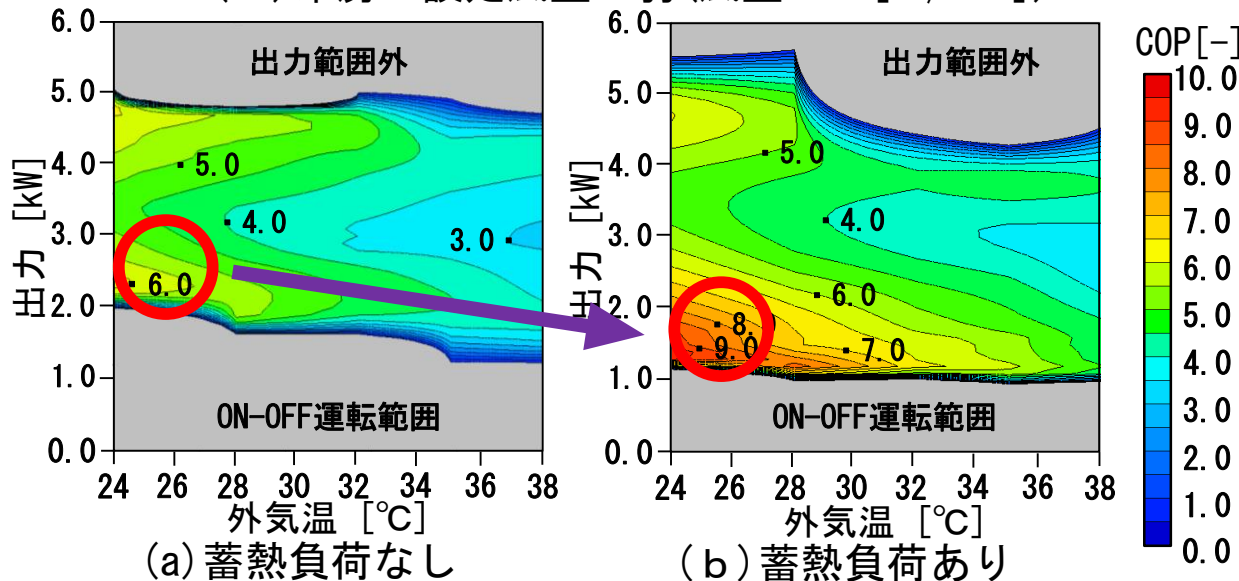
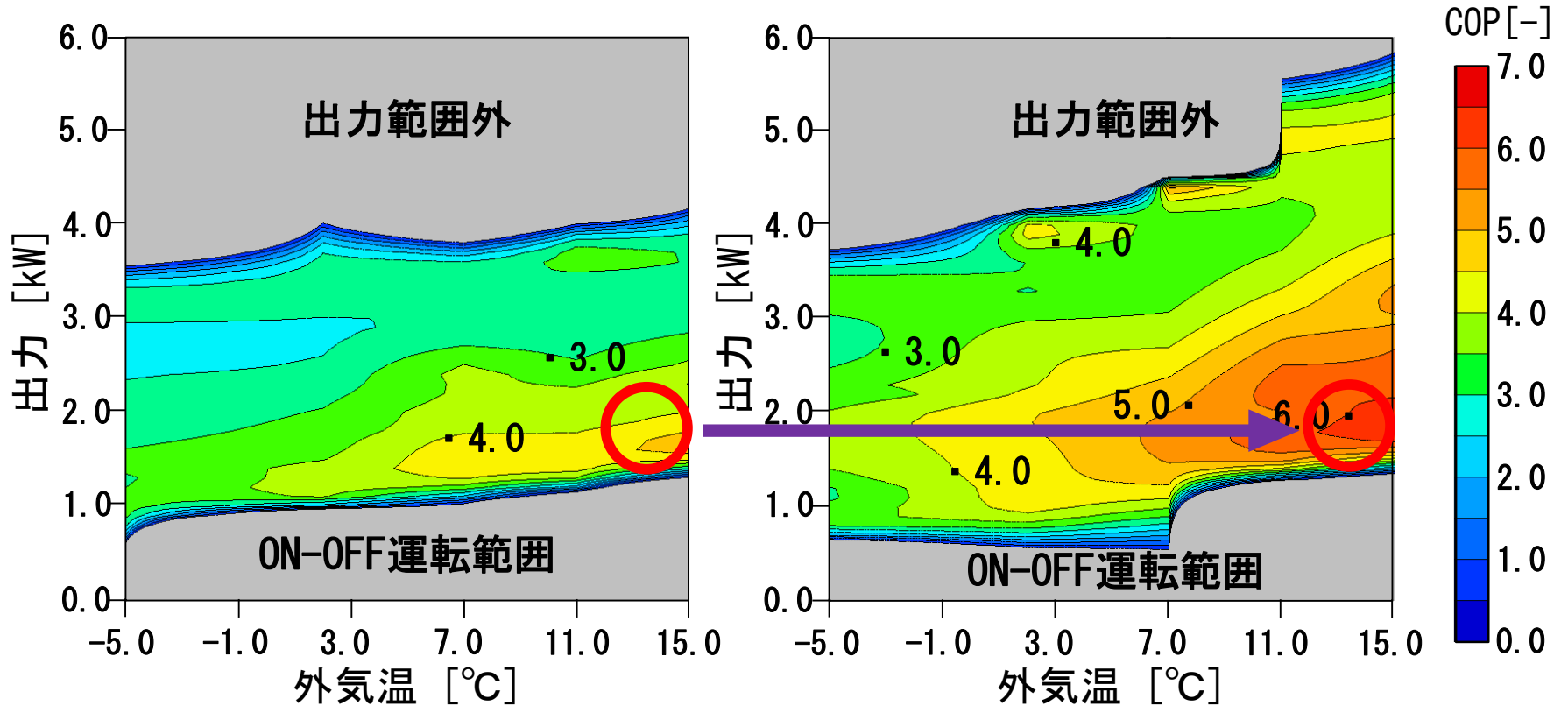


図3 測定対象エアコンの設定風量別のCOPマトリックス

測定結果 COPマトリックスの比較

設定風量の違いで比較すると、COPの分布の傾向は概ね一致しているが、暖房時では、出力が約1.5[kW]付近で**設定風量：強の方がCOPが約1.5大きく**、



(b)蓄熱負荷あり

(b)蓄熱負荷あり

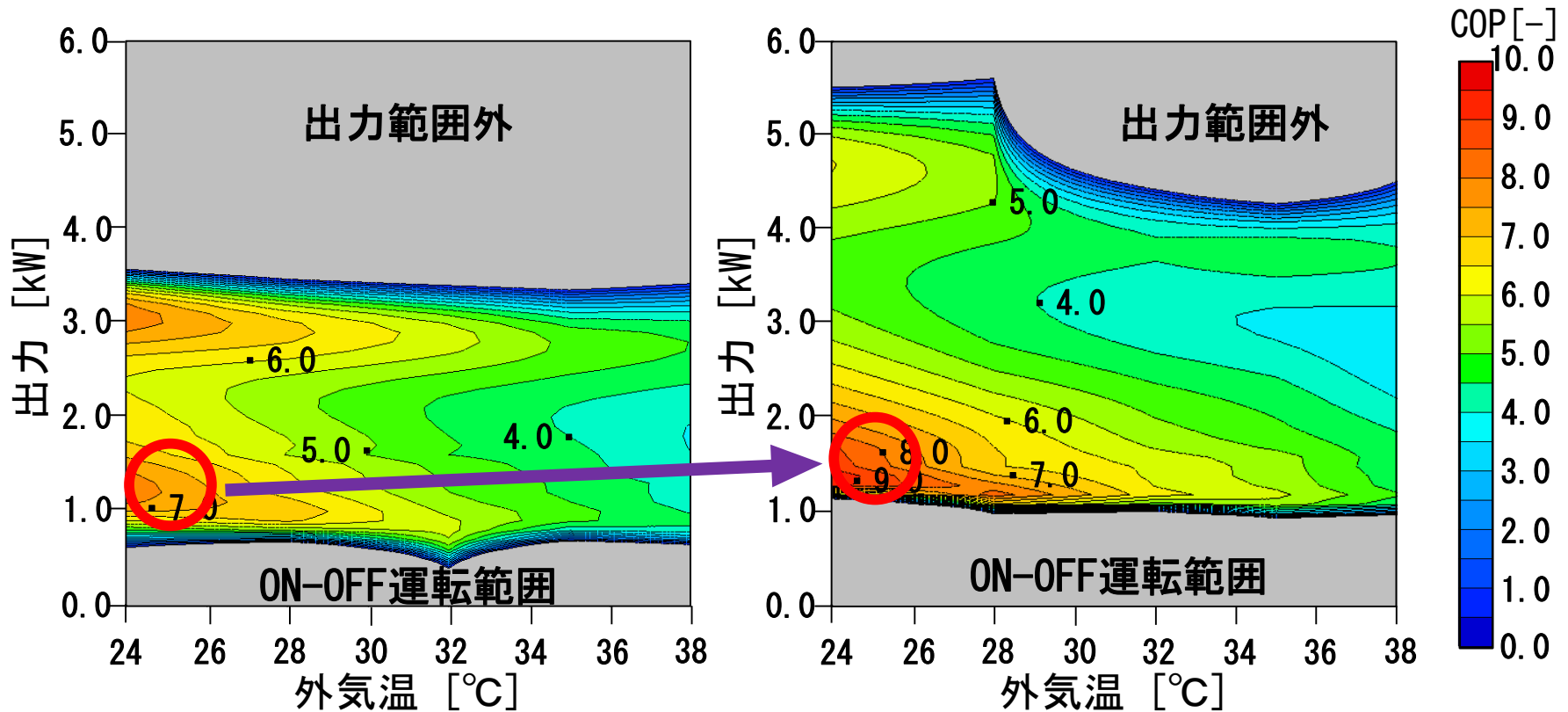
(1)暖房・設定風量：弱(風量：4.5[m³/min])

(2)暖房・設定風量：強(風量：7.5[m³/min])

図3 測定対象エアコンの設定風量別のCOPマトリックス

測定結果 COPマトリックスの比較

冷房時において、出力が約1.5[kW]付近で**設定風量：強の方がCOPが約2.0大きくなる。**



(b)蓄熱負荷あり

(1)冷房・設定風量：弱(風量：7[m³/min])

(b)蓄熱負荷あり

(2)冷房・設定風量：強(風量：10[m³/min])

図3 測定対象エアコンの設定風量別のCOPマトリックス

- ①蓄熱負荷を用いることにより、実験時のエアコンの稼働時間を暖房では約5倍、冷房では約11倍長くすることが可能であり、従来の測定方法と比較して定常時に近いデータを連続的に測定することができる。
- ②蓄熱負荷の有無によってCOPがピークとなる外気温と出力の範囲はほぼ変化しない。
- ③蓄熱負荷を設置した場合、設置しない場合と比較して測定できる出力の範囲が概ね0.5[kW]～1.0[kW]程度増加する。COPの最大値は1.5程度上昇する。
- ④設定風量の違いによる比較では、暖冷房時共に設定風量：強でCOPが上昇し、出力範囲も増加する。

