

家庭用エアコンを対象とした COPの実態に関する研究

指導教員

蜂谷 亮祐
赤林 伸一 教授

住宅における冷暖房のエネルギー消費量は、住宅全体のエネルギー消費の約1/4を占め、**冷暖房機器の運転効率の向上**は省エネルギーの観点から極めて重要である。

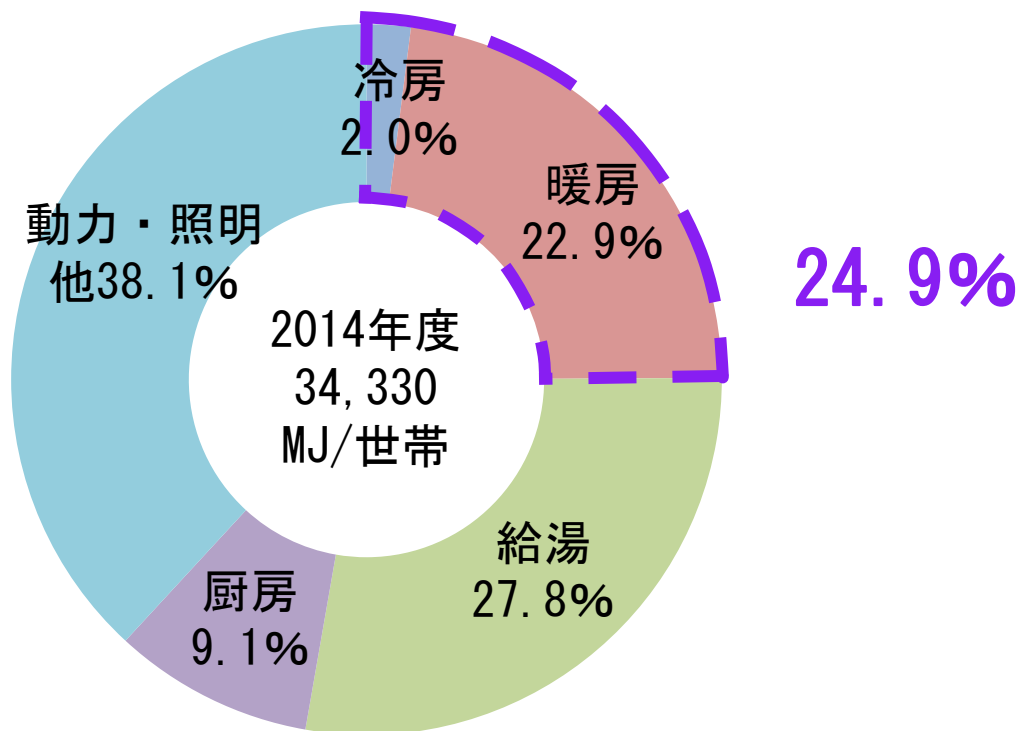
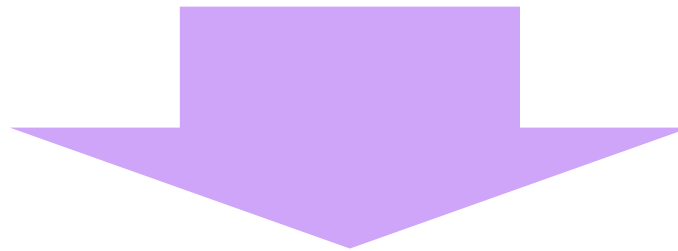


図 世帯当たりのエネルギー消費原単位と用途別エネルギー消費の推移
(資源エネルギー庁『エネルギー白書2016』より)

現在、機種毎の性能を表す指標として**通年エネルギー消費効率 (APF※)**が用いられている。しかし、**APFは定格・中間冷暖房、低温暖房出力の性能のみから算出された推定値**であり、エアコンの運転効率は設置される部屋の空調負荷と外気温に応じて大きく変化するため、**実運転時の年平均COP※¹**とは大きく異なる可能性がある。

※1 成績係数 (Coefficient of Performance)

※ Annual Performance Factor



実運転時の外気温・冷暖房出力とCOPの関係 (COPマトリクス)を実験で測定し、年間のCOPを算出することで、**実運転時の性能が最も良い機種**を選定することができる。

研究目的

本研究では、外気温、冷暖房負荷が調整可能な簡易カロリメータを用いて、実運転時における外気温、空調負荷及びCOPの関係を測定し、**実使用時の家庭用エアコンの機器特性の基礎資料を蓄積すること**を目的とする。

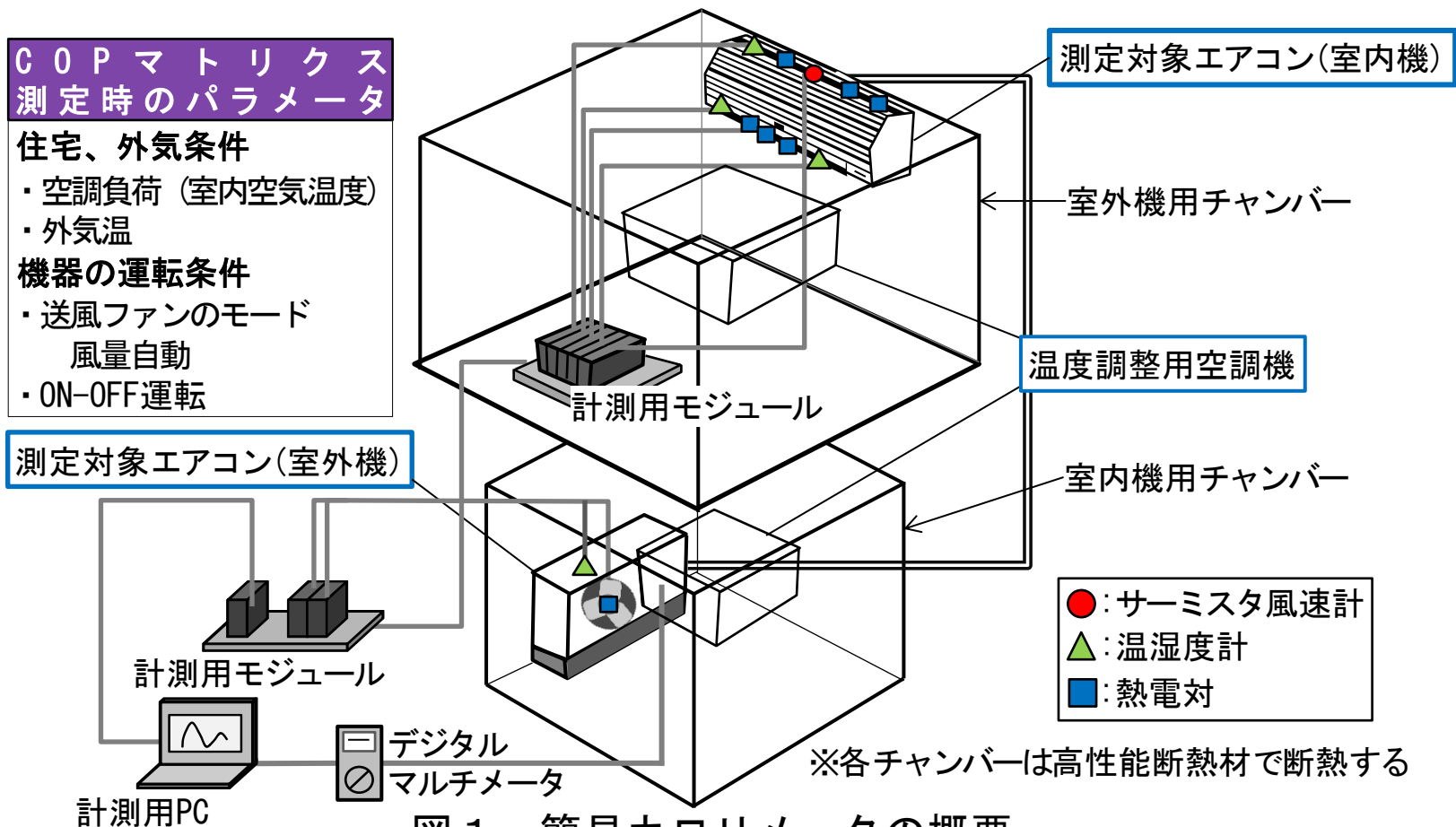


図1 簡易カロリメータの概要

研究概要 簡易カロリメータの概要

表 1 実験対象とした家庭用エアコン4機種のカatalog値

メーカー ME社	性能											APF [-]	期間消費電力 [kWh]
	暖房					冷房							
	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			
エアコン①	2.5	0.6~5.2	465	105~1,480	5.4	2.2	0.6~3.4	440	105~880	5.0	6.9	603	
エアコン②	2.8	0.6~5.2	525	105~1,480	5.3	2.5	0.6~3.5	520	105~910	4.8	6.7	706	
エアコン③	5.0	0.6~9.9	1,090	105~3,670	4.6	4.0	0.6~5.3	1,110	105~1,600	3.6	5.9	1,282	
エアコン④	6.7	0.6~10.2	1,580	105~3,670	4.2	5.6	0.6~6.0	1,850	105~2,020	3.0	5.7	1,858	

COPマトリクス 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
風量自動
- ・ON-OFF運転

測定対象エアコン(室外機)

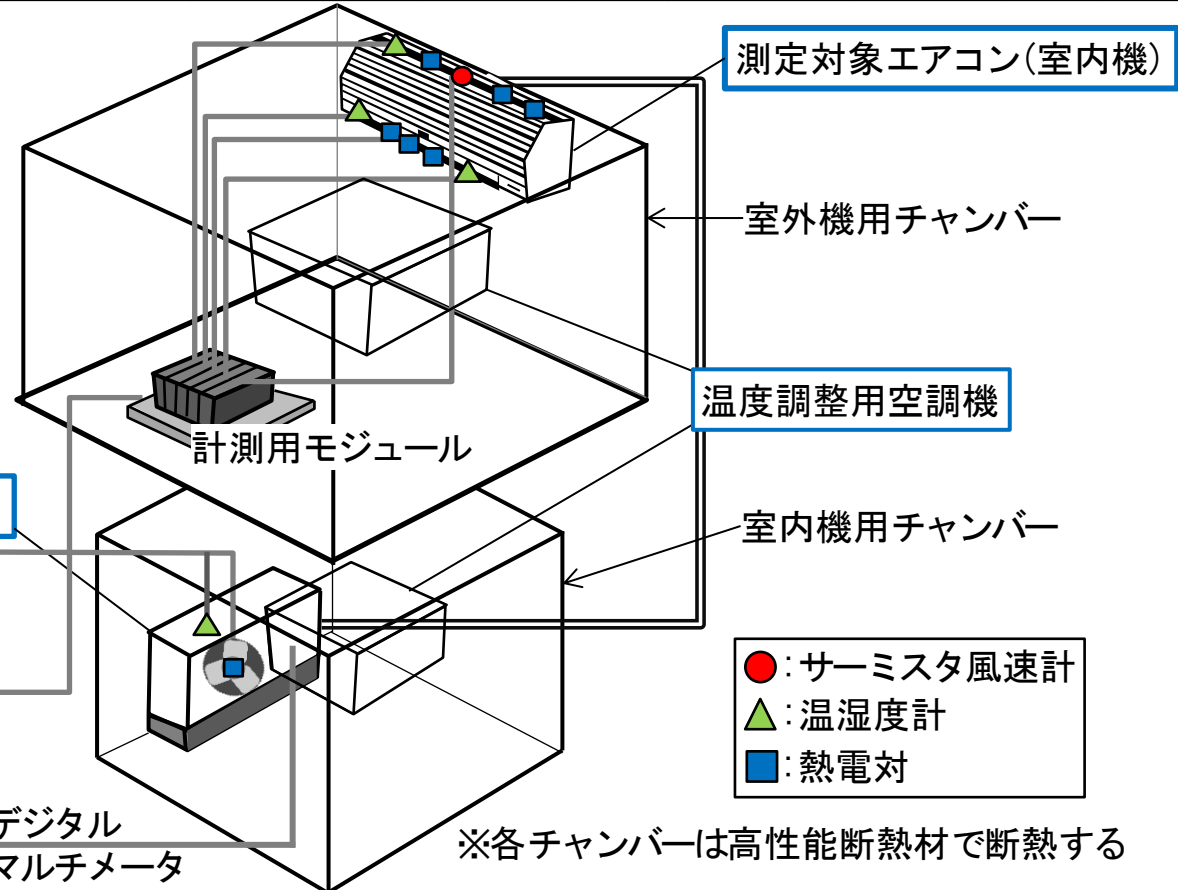
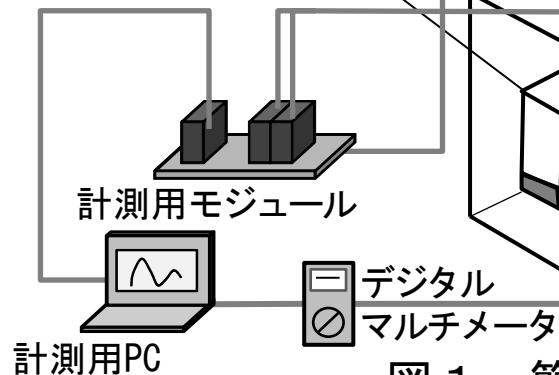


図 1 簡易カロリメータの概要

簡易カロリメータは室内・室外機用チャンバー内に温度調整用空調機を設置し、空気温度を制御することで冷暖房負荷及び外気温を制御する。

COPマトリクス 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
風量自動
- ・ON-OFF運転

測定対象エアコン(室外機)

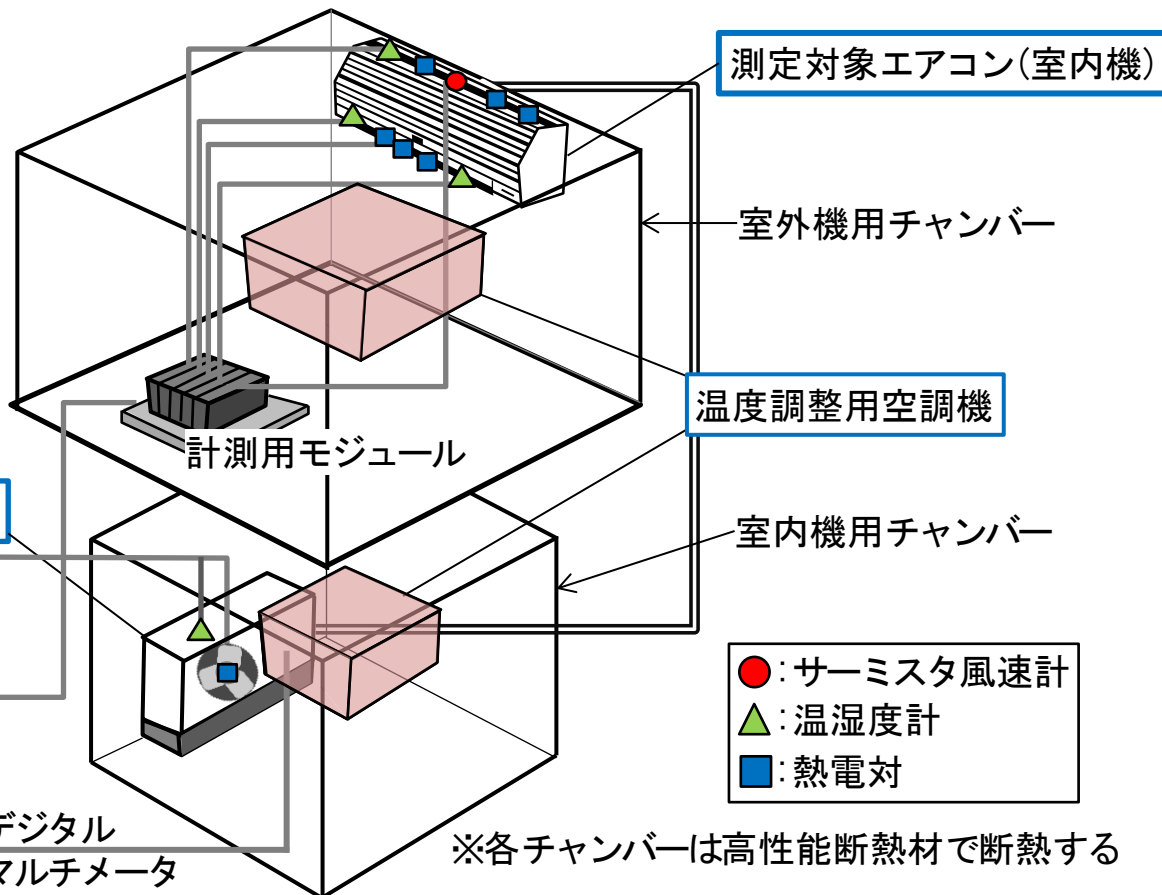
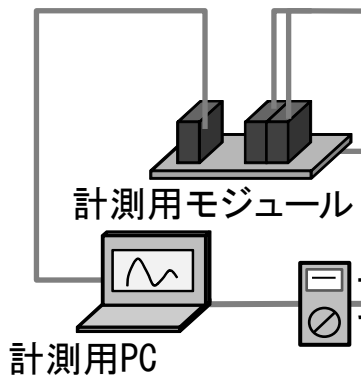


図1 簡易カロリメータの概要

研究概要 測定の概要

温湿度センサー※2、熱電対及びサーミスタ風速計を図1に示す位置にそれぞれ設置し、温湿度及び室内機の循環処理風量※3を測定する。

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

※3 予備実験により、吸込口風速と吹出風量の関係を測定することにより、吸込口風速から循環処理風量を算出する。

COPマトリクス 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
風量自動
- ・ON-OFF運転

測定対象エアコン(室外機)

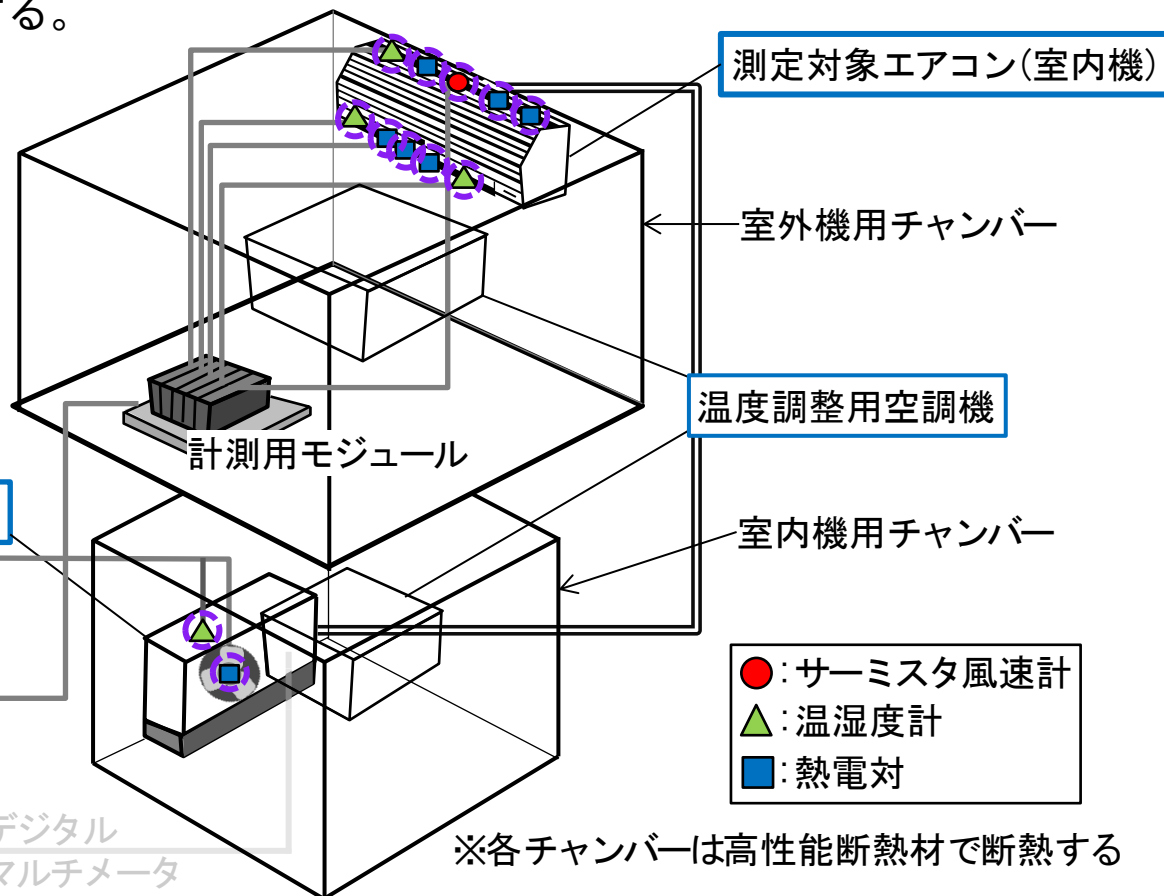
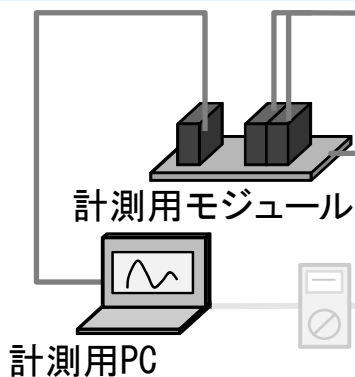


図1 簡易カロリメータの概要

エアコンのリモコン設定風量は風量自動とする。

COPマトリクス 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
風量自動
- ・ON-OFF運転

測定対象エアコン(室外機)

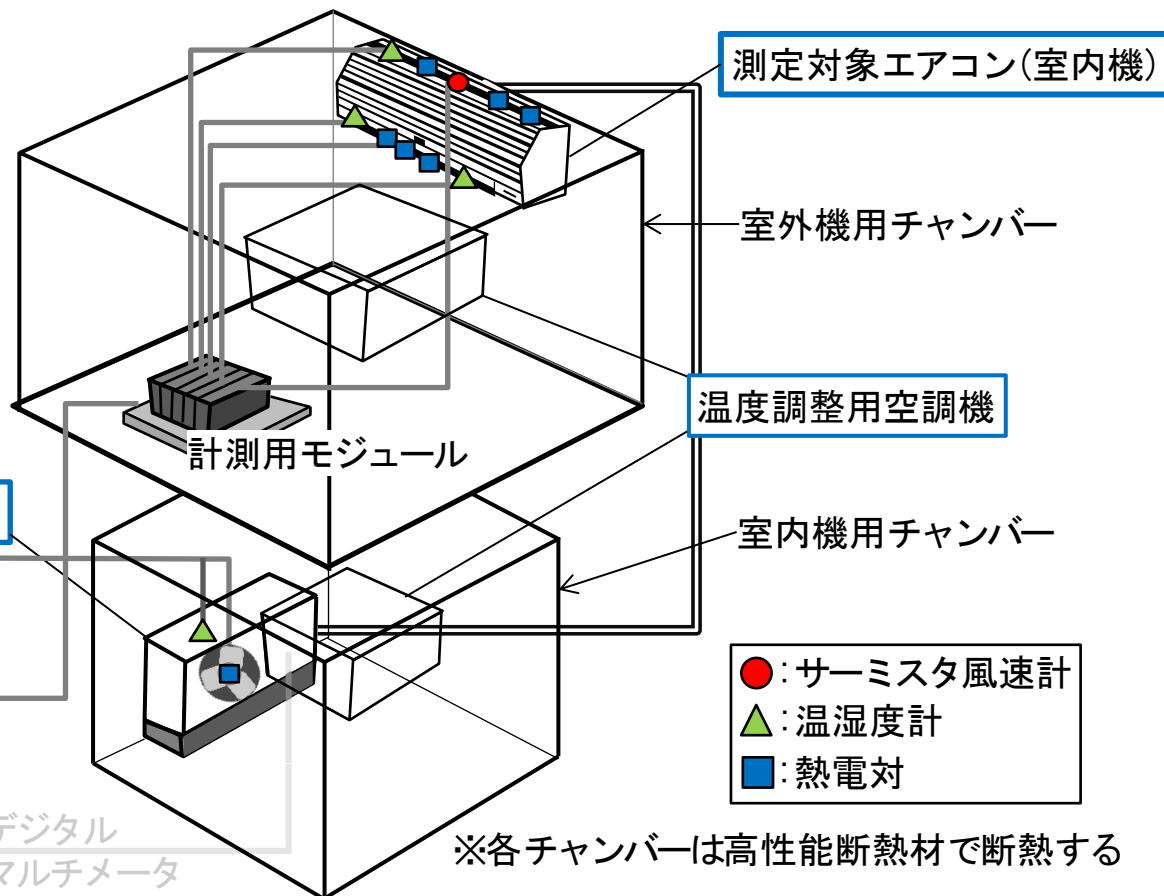
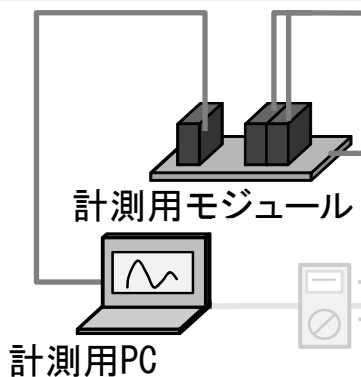


図1 簡易カロリメータの概要

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^{※3}を接続し、圧縮機のインバータ周波数を測定する。

※4 HIOKI社製DT4281

COPマトリクス 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
風量自動
- ・ON-OFF運転

測定対象エアコン(室外機)

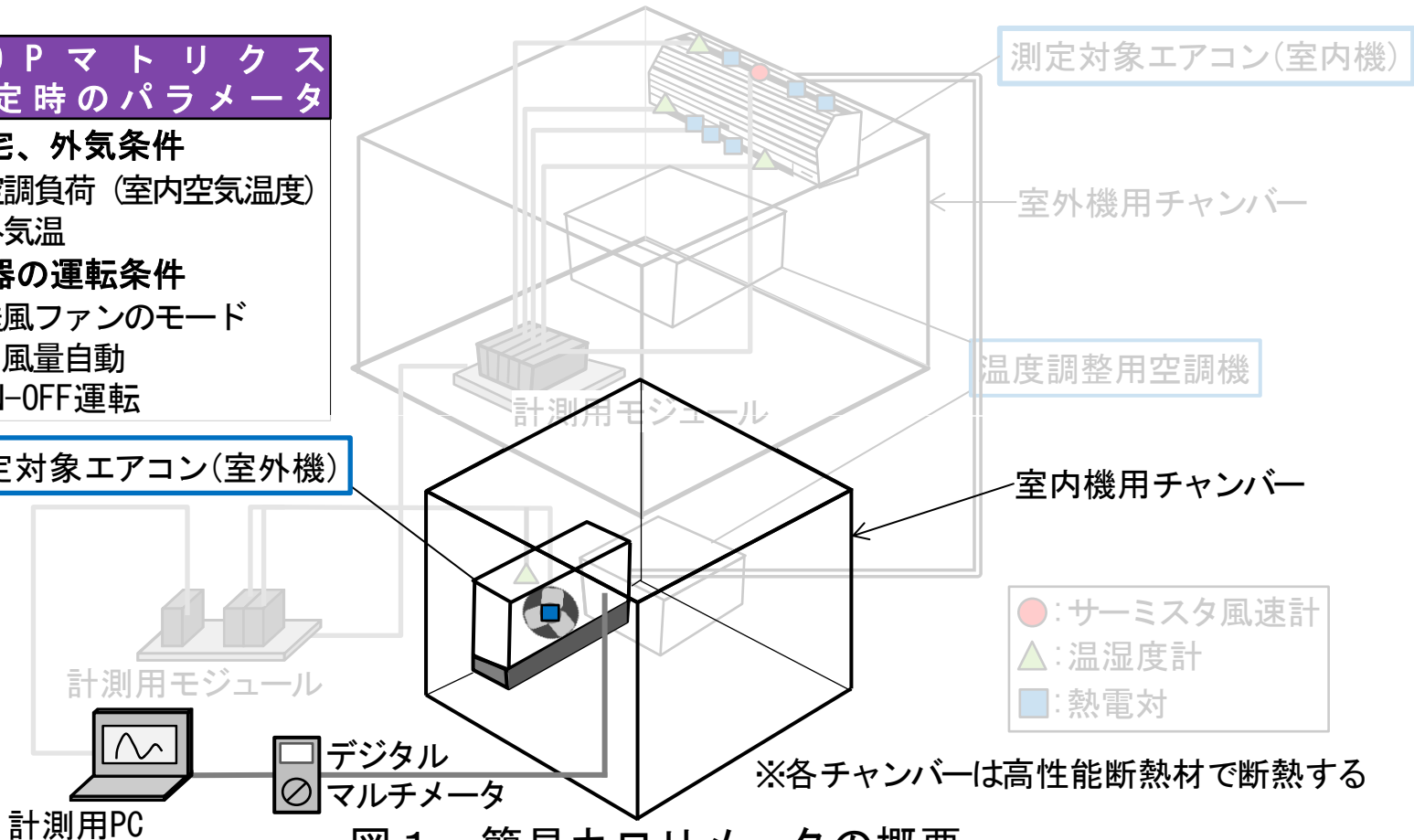


図1 簡易カロリメータの概要

COPは**家庭用エアコンCOP簡易測定法**^{文1)}により測定する。

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 第22号 2005年

研究概要 COPマトリックスの作成

外気温、冷暖房出力及び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をマトリックス内にプロットし、測定結果が無い条件は回帰式により補間する。

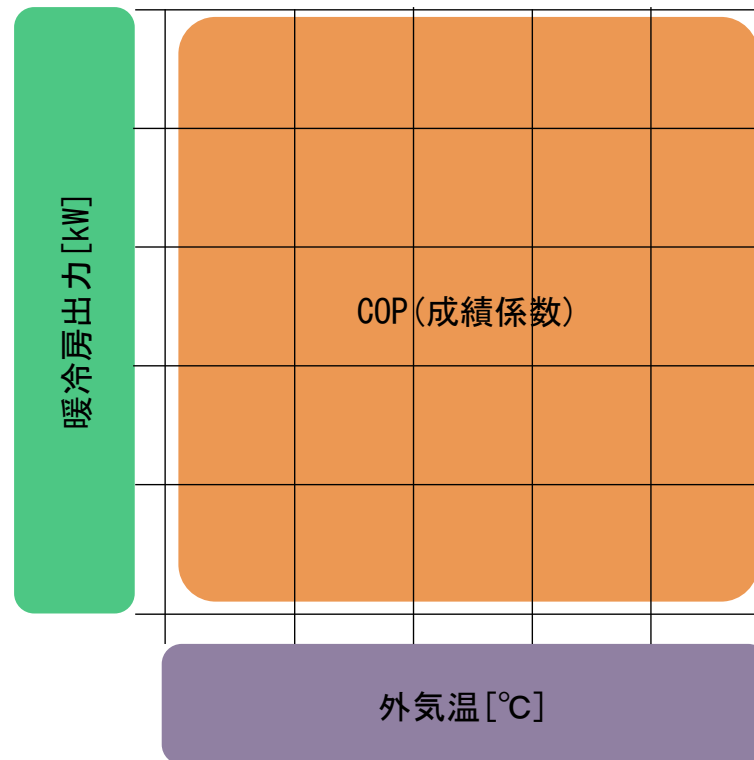


図 COPマトリックスのイメージ

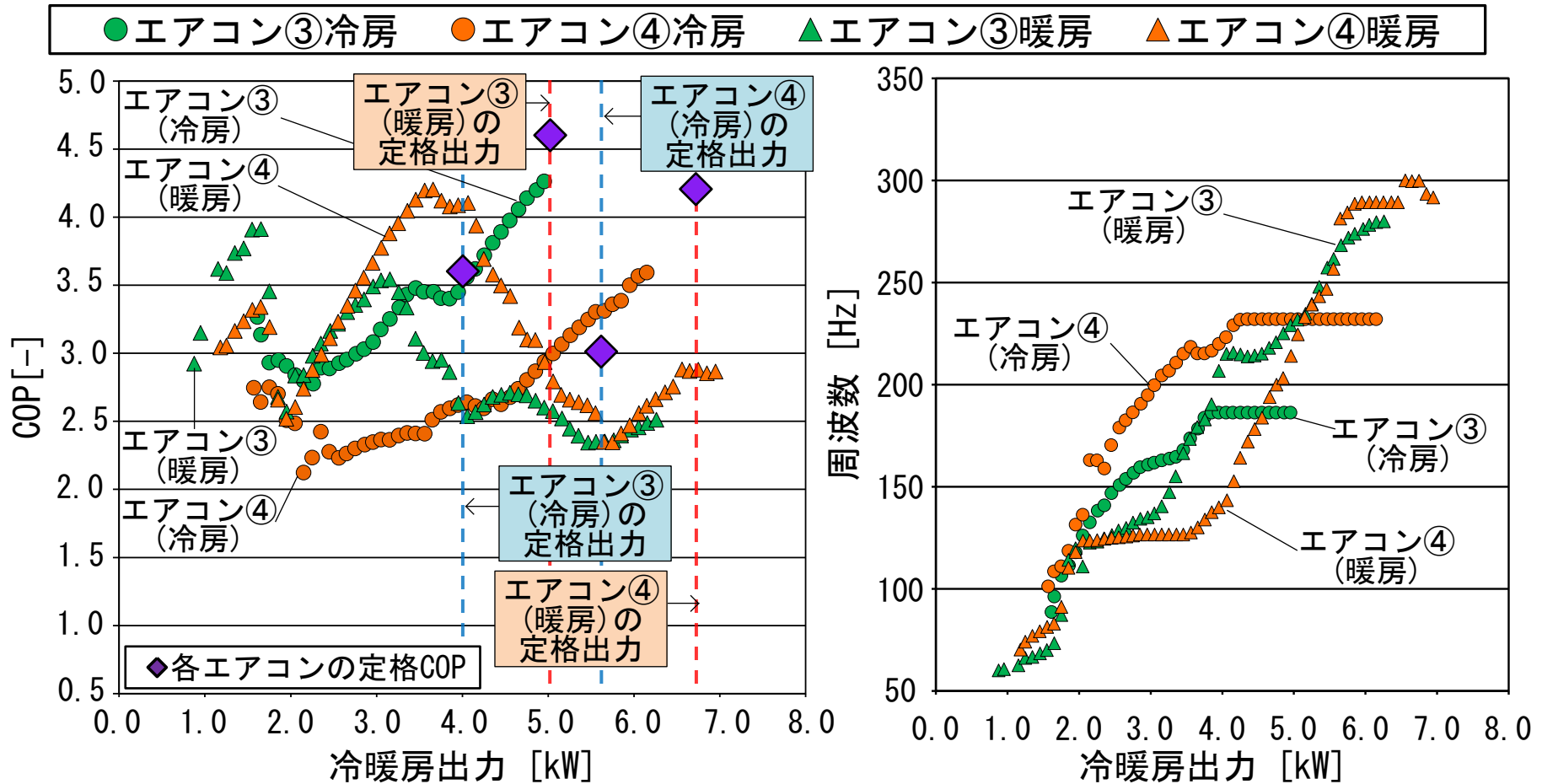


図2 エアコン③、④の冷暖房出力とCOP及び圧縮機のインバータ周波数の関係
 (外気温:暖房時7℃、冷房時35℃)

測定結果

両機種共に冷房時の定格出力におけるCOPはカタログ定格冷房COPと同等又はそれ以上の値となる。

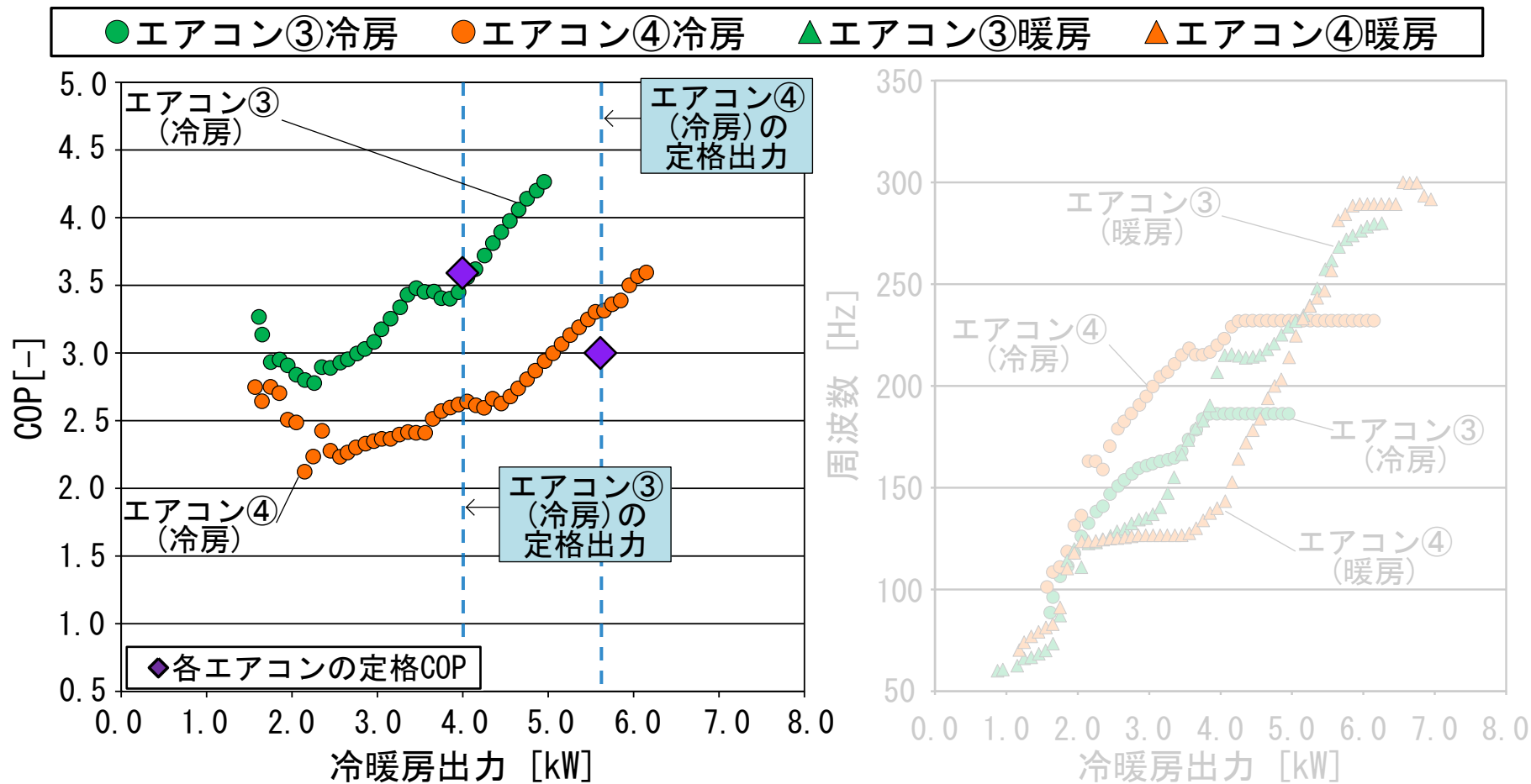


図2 エアコン③、④の冷暖房出力とCOP及び圧縮機のインバータ周波数の関係
(外気温:暖房時7℃、冷房時35℃)

暖房時の定格出力におけるCOPはカタログ定格暖房COPの約半分である。

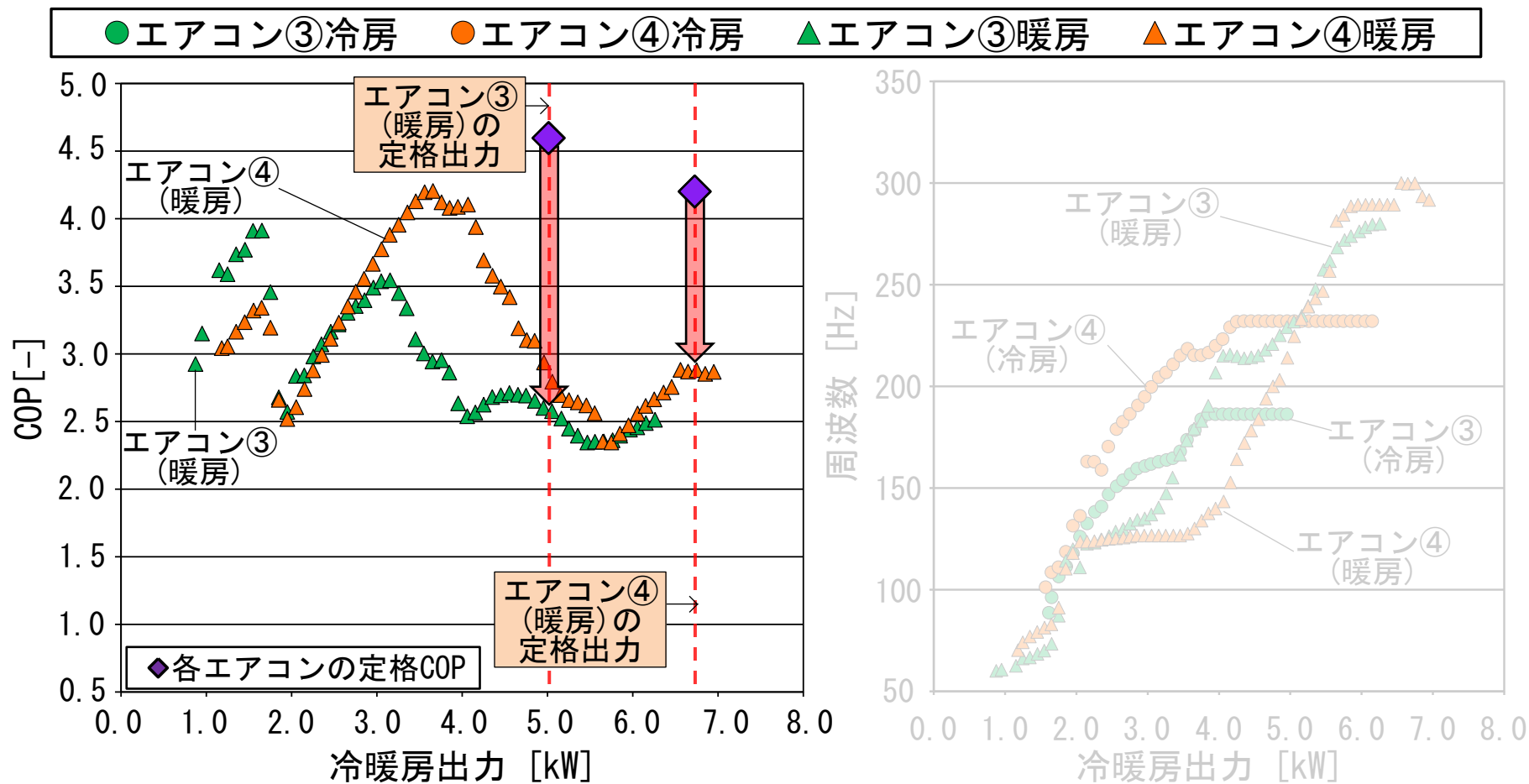


図2 エアコン③、④の冷暖房出力とCOP及び圧縮機のインバータ周波数の関係
(外気温:暖房時7℃、冷房時35℃)

インバータ周波数の最大値は、エアコン③と④を比較するとエアコン④の方が高い。

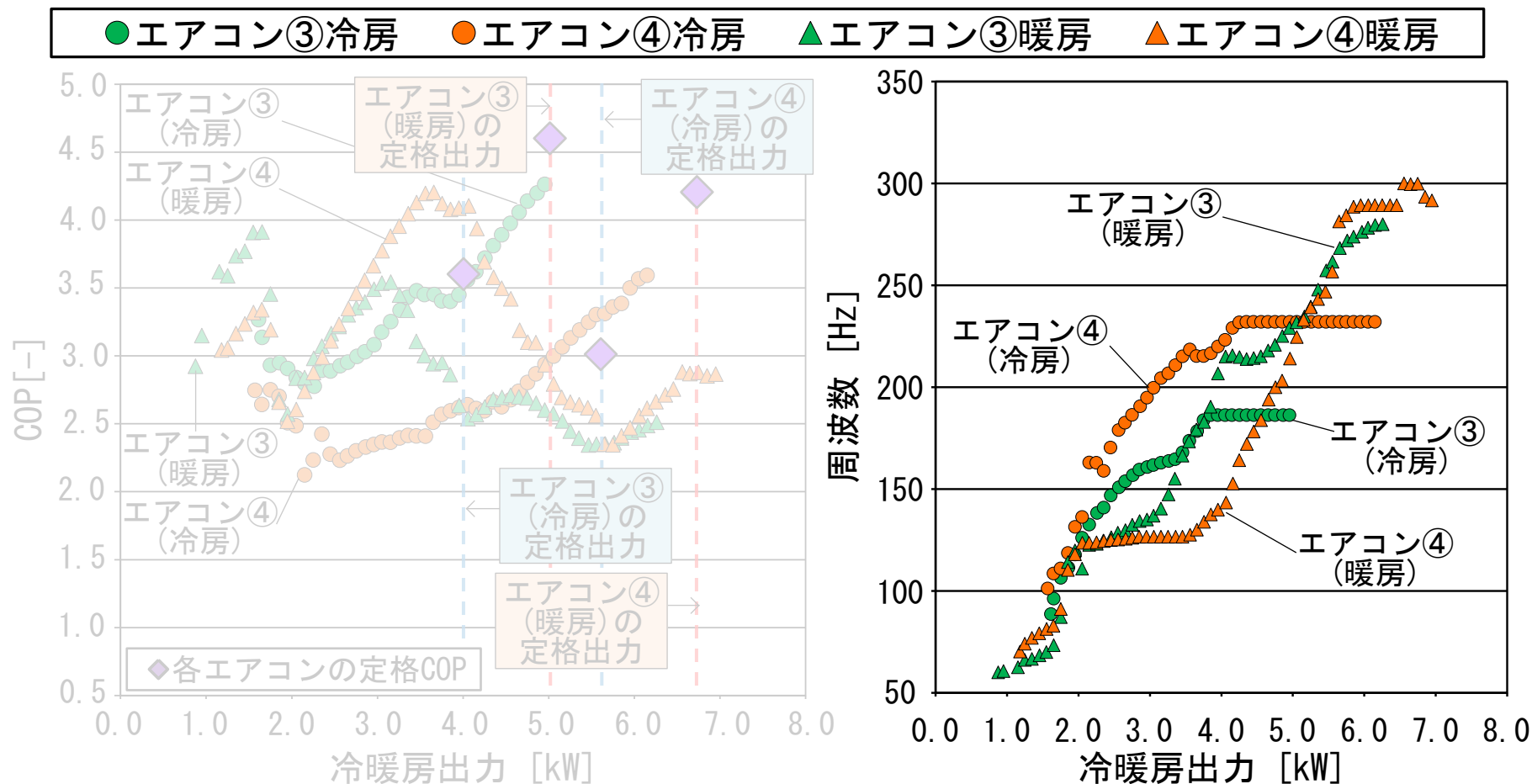


図2 エアコン③、④の冷暖房出力とCOP及び圧縮機のインバータ周波数の関係
(外気温:暖房時7℃、冷房時35℃)

測定結果 実験対象エアコンの仕様比較

表2 実験対象とした家庭用エアコン4機種仕様

メーカー	室内機サイズ			室外機サイズ			質量		電源		圧縮機				
	幅 W [mm]	奥行 D [mm]	高さ H [mm]	幅 W [mm]	奥行 D [mm]	高さ H [mm]	内 [kg]	外 [kg]	相	電圧 [V]	型番				
ME社															
エアコン①	799	353	295	800	285	550	16	28	単	100	VB073FKFH450522				
エアコン②											VB073FKFH450521				
エアコン③		309											34	200	VB140FAFH450423
エアコン④													36		

測定結果

エアコン①と②、又はエアコン③と④は最大出力がほぼ同じ値であるのに対して定格出力が異なり、また室内外機のサイズ・質量がほぼ同じである。

表 1 実験対象とした家庭用エアコン4機種のカタログ値

メーカー	性能											APF [-]	期間消費電力 [kWh]
	暖房					冷房							
	出力 [kW]		消費電力 [W]		COP [-]	出力 [kW]		消費電力 [W]		COP [-]			
ME社	定格	範囲	定格	範囲	定格	定格	範囲	定格	範囲	定格			
エアコン①	2.5	0.6~5.2	465	105~1,480	5.4	2.2	0.6~3.4	440	105~880	5.0	6.9	603	
エアコン②	2.8	0.6~5.2	525	105~1,480	5.3	2.5	0.6~3.5	520	105~910	4.8	6.7	706	
エアコン③	5.0	0.6~9.9	1,090	105~3,670	4.6	4.0	0.6~5.3	1,110	105~1,600	3.6	5.9	1,282	
エアコン④	6.7	0.6~10.2	1,580	105~3,670	4.2	5.6	0.6~6.0	1,850	105~2,020	3.0	5.7	1,858	

表 2 実験対象とした家庭用エアコン4機種の仕様

メーカー	室内機サイズ			室外機サイズ			質量		電源		圧縮機
	幅 W [mm]	奥行 D [mm]	高さ H [mm]	幅 W [mm]	奥行 D [mm]	高さ H [mm]	内 [kg]	外 [kg]	相	電圧 [V]	型番
エアコン①	799	353	295	800	285	550	16	28	単	100	VB073FKFH450522
エアコン②											VB073FKFH450521
エアコン③	799	309	295	800	285	630	16	34	単	200	VB140FAFH450423
エアコン④											

各部品の型番を調査したところほぼ同じであることから、圧縮機や熱交換器等のハードは同様であり制御ソフトにより定格出力及び出力範囲を変更して別の機種としていると推測される。

表2 実験対象とした家庭用エアコン4機種の仕様

メーカー	室内機サイズ			室外機サイズ			質量		電源		圧縮機		
	幅 W [mm]	奥行 D [mm]	高さ H [mm]	幅 W [mm]	奥行 D [mm]	高さ H [mm]	内 [kg]	外 [kg]	相	電圧 [V]	型番		
ME社													
エアコン①	799	353	295	800	285	550	16	28	単	100	VB073FKFH450522		
エアコン②											VB073FKFH450521		
エアコン③		309								630	200	34	VB140FAFH450423
エアコン④												36	

測定結果 COPマトリクス測定結果

測定対象とした4機種では、冷房時では出力が約1.5[kW]と約5.5[kW]の付近で外気温が低い程COPが高くなる。

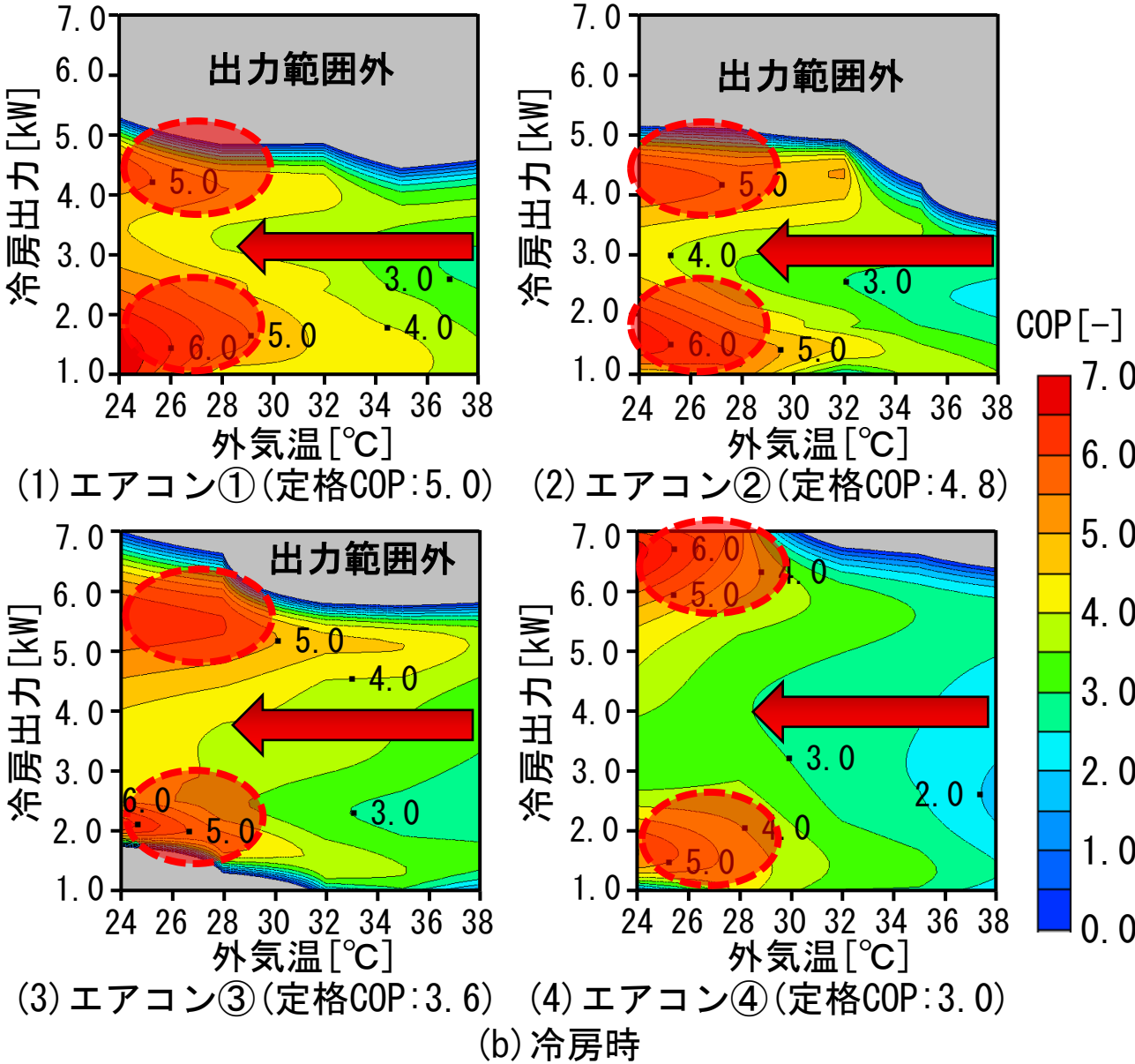


図3 測定対象とした4機種のCOPマトリクス

測定結果

暖房時には出力が約
1.5[kW] と約 3.0[kW]
の付近で外気温が高
い程COPが高くなる。

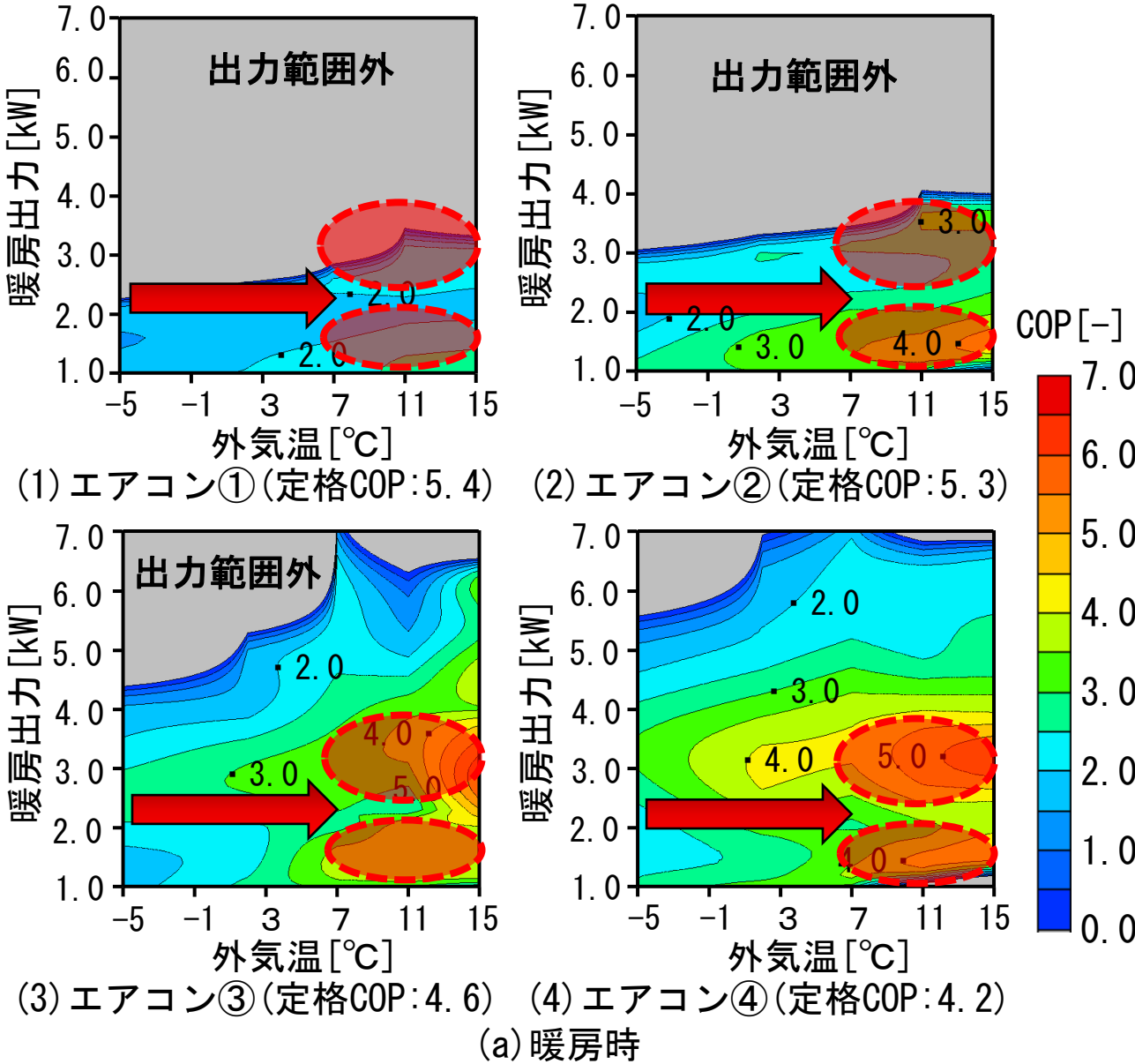


図3 測定対象とした4機種のコピーマトリクス

エアコン①と②を比較すると、COPマトリクスは冷房時では約1.5[kW]と約4.0[kW]の付近でCOPがピークとなり類似している。

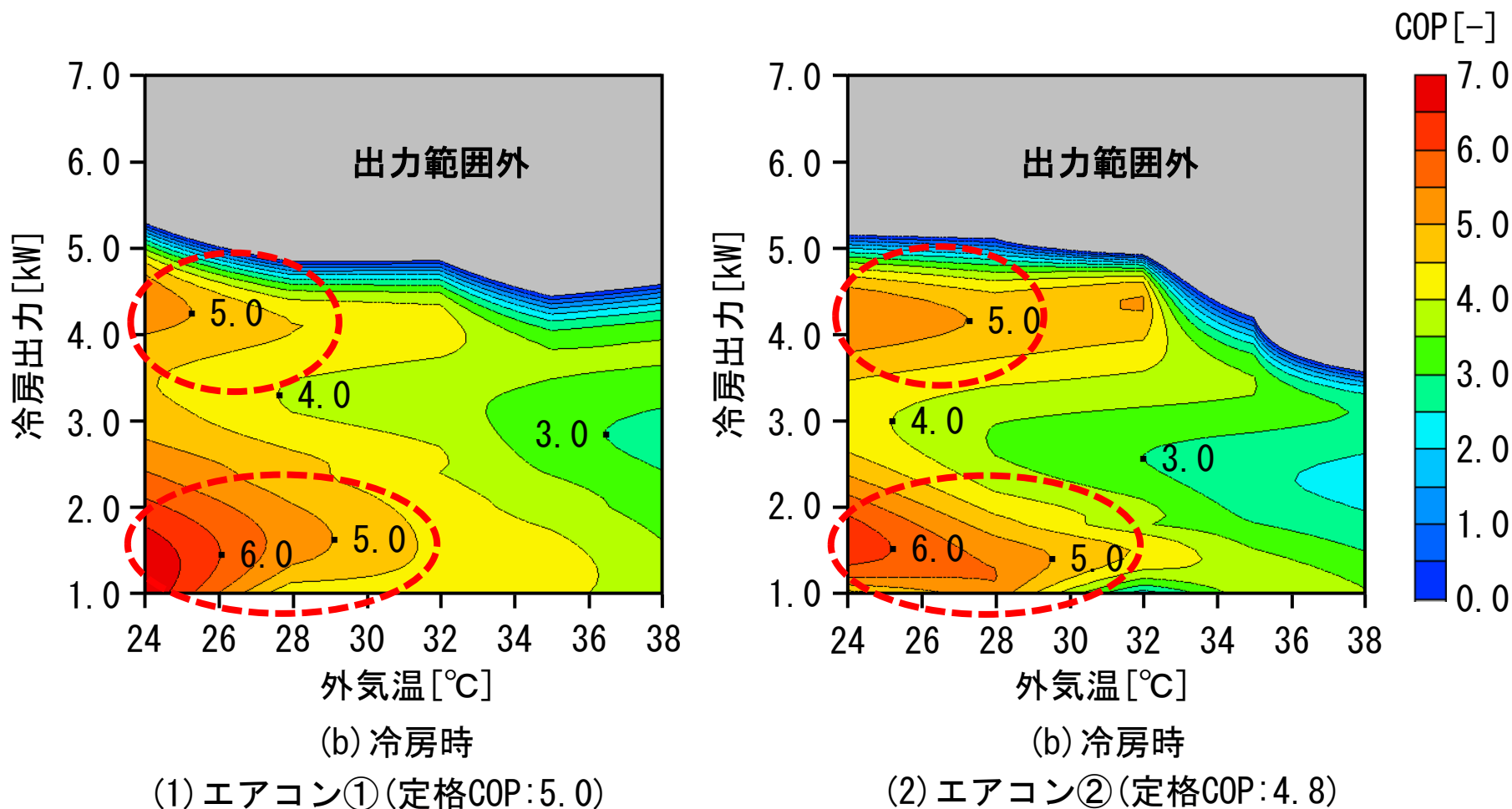


図3 測定対象とした4機種のコピーマトリクス

暖房時ではエアコン①の最大出力はエアコン②と比べて全体的に約1.0[kW]低いですが、COPがピークとなる外気温、出力の範囲は概ね一致している。

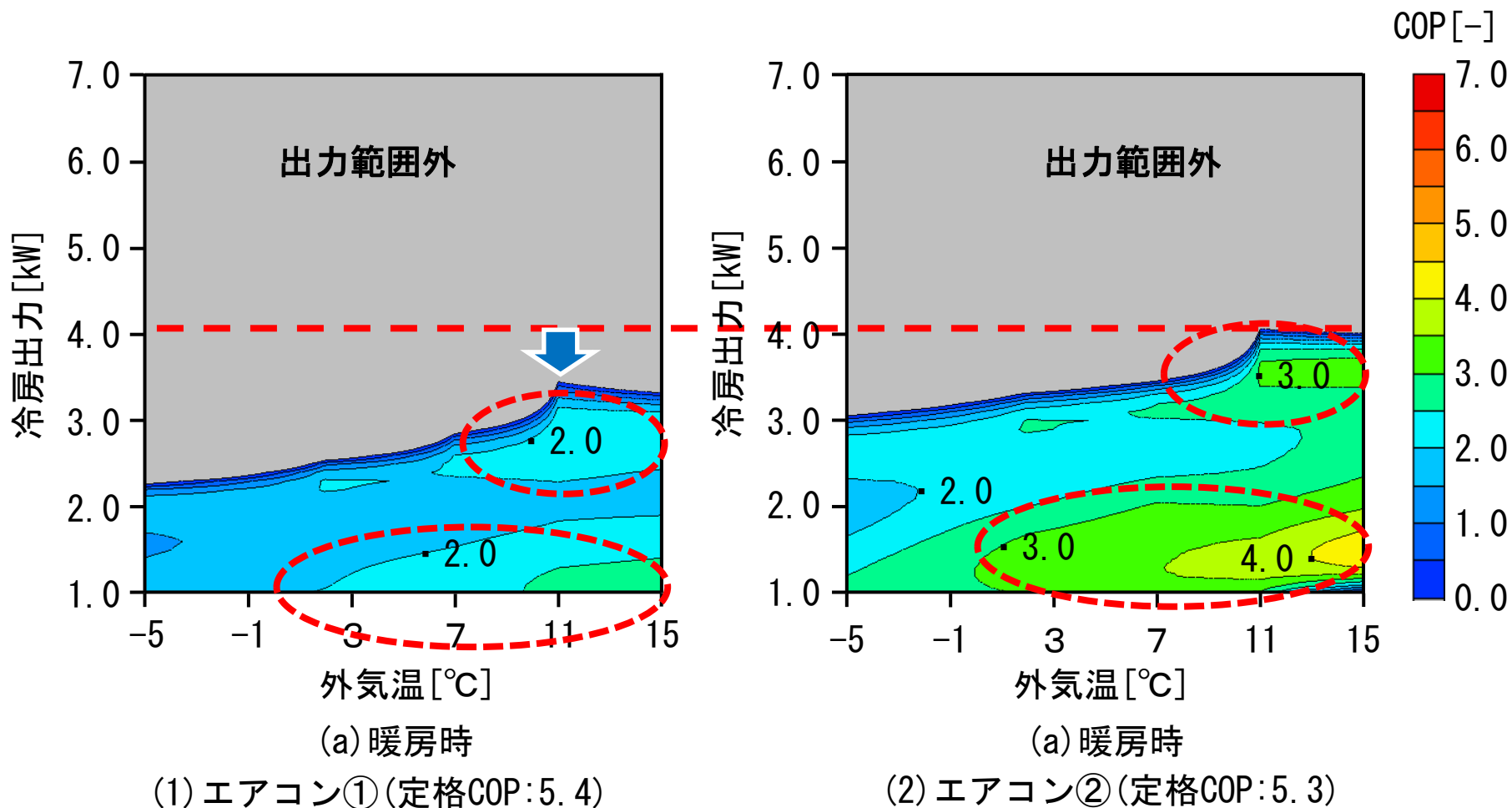


図3 測定対象とした4機種のコピーマトリクス

測定結果

エアコン③と④を比較すると、圧縮機の型番は同一であるが、両機種冷暖房定格出力が異なる。

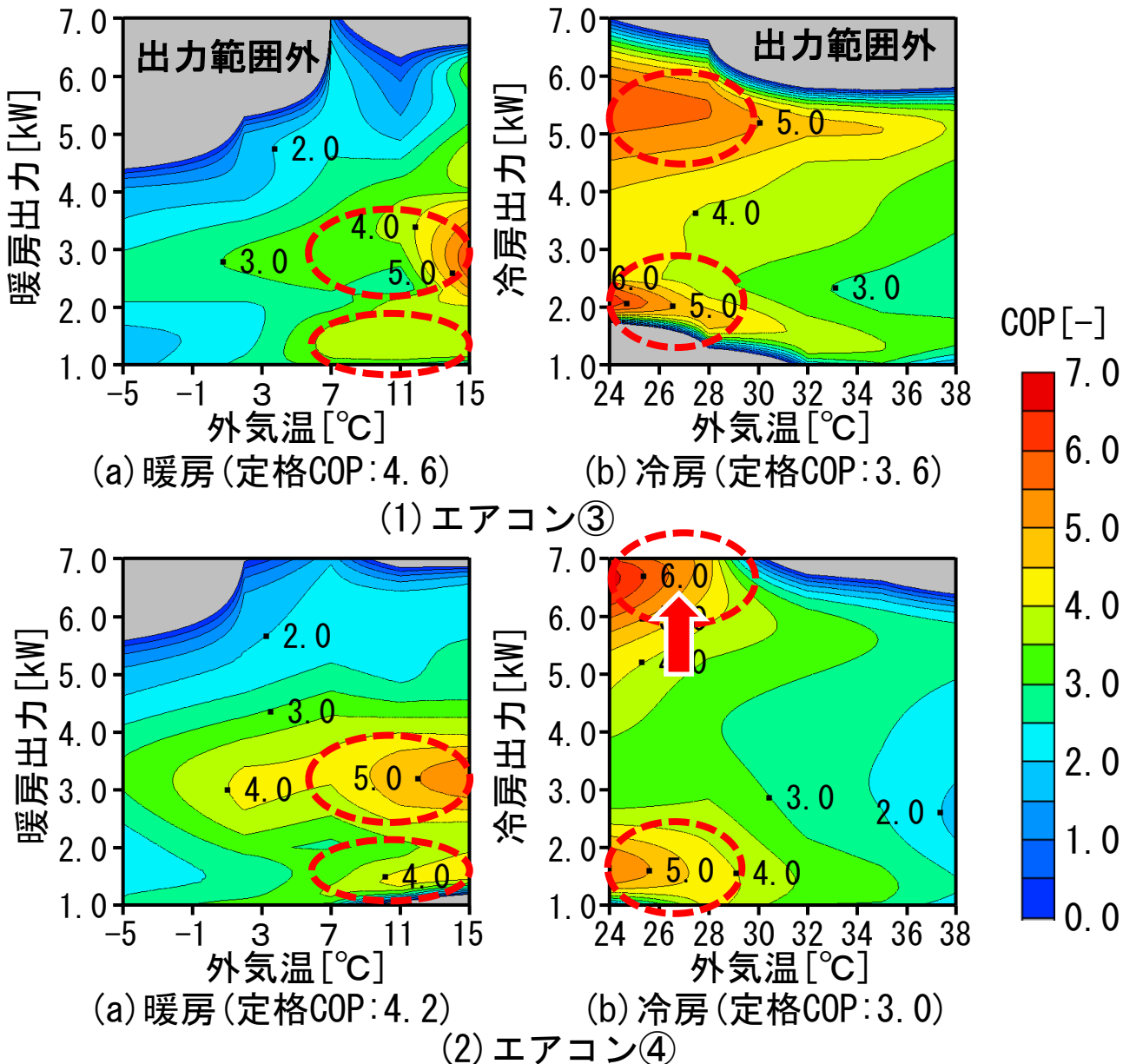
表 1 実験対象とした家庭用エアコン4機種のカタログ値

メーカー ME社	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			
エアコン①	2.5	0.6~5.2	465	105~1,480	5.4	2.2	0.6~3.4	440	105~880	5.0	6.9	603
エアコン②	2.8	0.6~5.2	525	105~1,480	5.3	2.5	0.6~3.5	520	105~910	4.8	6.7	706
エアコン③	5.0	0.6~9.9	1,090	105~3,670	4.6	4.0	0.6~5.3	1,110	105~1,600	3.6	5.9	1,282
エアコン④	6.7	0.6~10.2	1,580	105~3,670	4.2	5.6	0.6~6.0	1,850	105~2,020	3.0	5.7	1,858

表 2 実験対象とした家庭用エアコン4機種の仕様

メーカー ME社	室内機サイズ			室外機サイズ			質量		電源		圧縮機		
	幅 W [mm]	奥行 D [mm]	高さ H [mm]	幅 W [mm]	奥行 D [mm]	高さ H [mm]	内 [kg]	外 [kg]	相	電圧 [V]	型番		
エアコン①	799	353	295	800	285	550	16	28	単	100	VB073FKFH450522		
エアコン②											VB073FKFH450521		
エアコン③		309								630	34	200	VB140FAFH450423
エアコン④													

測定結果



COPマトリクスでは、冷暖房時においてCOPがピークとなる範囲の傾向が類似しているが、冷房時はエアコン④の方がCOPが高くなる範囲が高出力側へ移動する。

図3 測定対象とした4機種のコピーマトリクス

- ①エアコン③、④は同様の圧縮機を使用しているが周波数の最大値や定格出力が異なるため、制御ソフトにより最大値や定格出力を操作していると推測される。
- ②測定対象とした4機種では、冷房時では出力が1.5[kW]と5.5[kW]の付近で外気温が低い程、暖房時では1.5[kW]と3.0[kW]の付近で外気温が高い程COPが高い。
- ③エアコン①、②を比較すると、COPマトリクスは冷暖房時で類似しており、暖房時にはエアコン①の最大出力はエアコン②と比べて全体的に低い。
- ④エアコン③、④を比較すると、圧縮機の型番は同一であるが、両機種の冷暖房定格出力が異なる。COPマトリクスでは、冷暖房時においてCOPがピークとなる範囲の傾向が類似しているが、冷房時はエアコン④の方がCOPが高くなる範囲が高出力側へ移動する。
- ⑤カタログ定格COPと実験で測定したCOPを比較すると、冷房時には測定対象とした4機種とも、暖房時にはエアコン①、②で実験によるCOPが定格COPより低い値となるが、暖房時のエアコン③、④では実験値はカタログ値と比較して同等かそれ以上の値となる。