

家庭用エアコンを対象にした 実使用時のCOP測定方法に関する研究

測定方法の改善に関する検討

指導教員

本間 智堯
赤林 伸一 教授

我が国の家庭部門におけるエネルギー消費量のうち、暖冷房に用いられるエネルギーは約1/4^{文1)}を占め、家庭用エアコンの性能向上は省エネルギーに大きな効果があると考えられる。

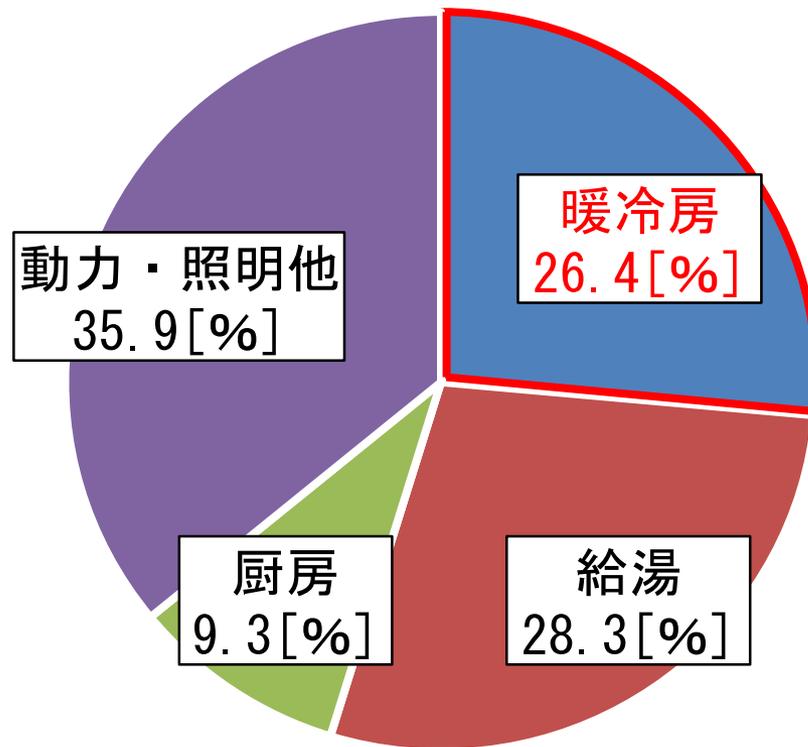
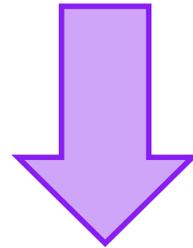


図 世帯あたりのエネルギー消費量の内訳

文 1) 経済産業省資源エネルギー庁 「エネルギー白書2018」 2018年

ヒートポンプにより暖冷房を行う家庭用エアコンの**成績係数 (COP)**は設置される**地域**や住宅の**断熱性能**によって大きく変化する。



家庭用エアコンの最適な機器選定を行うにはエアコンの機器特性 (**外気温**・**暖冷房出力**・**COPの関係 (COPマトリクス)**)の把握が極めて重要である。

既往の研究^{文2)}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熱容量を大きくすることで、制御方法が複雑化しつつある近年の家庭用エアコンにおいて、より正確なCOPの測定方法を開発している。

文2) 蜂谷・赤林・坂口・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10 蓄熱式簡易カロリメータによる実使用時のCOP測定方法の開発」 日本建築学会大会学術講演梗概集 2018年

特に**暖房時**ではエアコンから吹出された相対的に高温の気流が**チャンバー内に拡散せず**にエアコン吸込口に到達する**ショートサーキット**を形成する可能性がある。

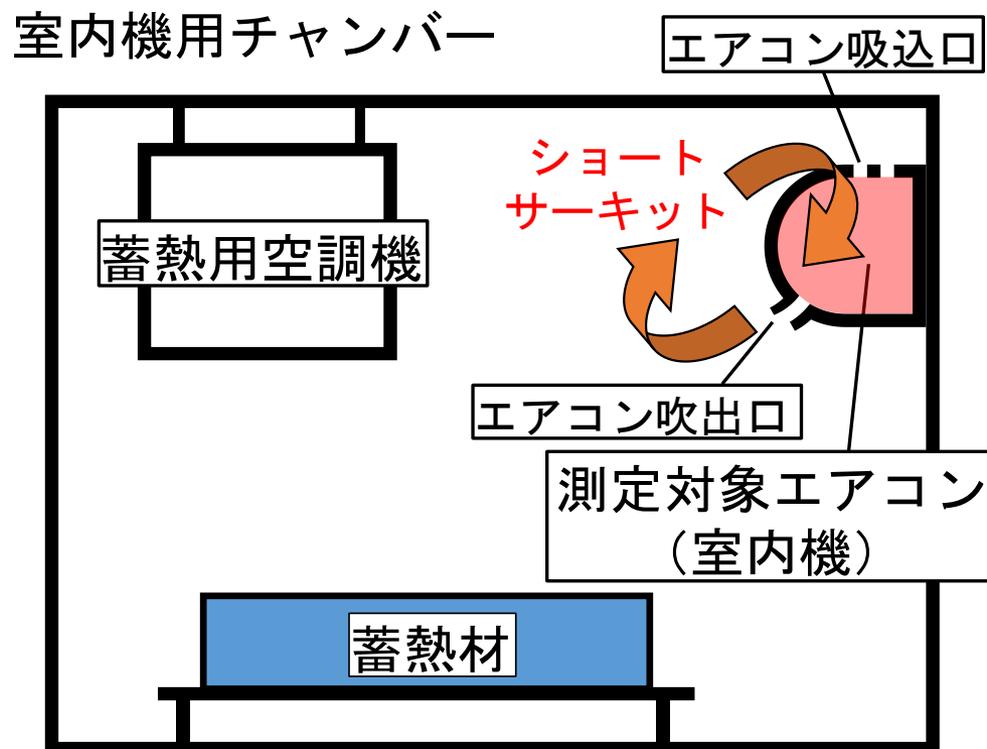


図 間仕切り設置の概要

暖房実験時においてショートサーキットが生じた場合、上下方向の温度差が生じ、床に設置した蓄熱負荷をエアコンが処理できなくなる可能性がある。

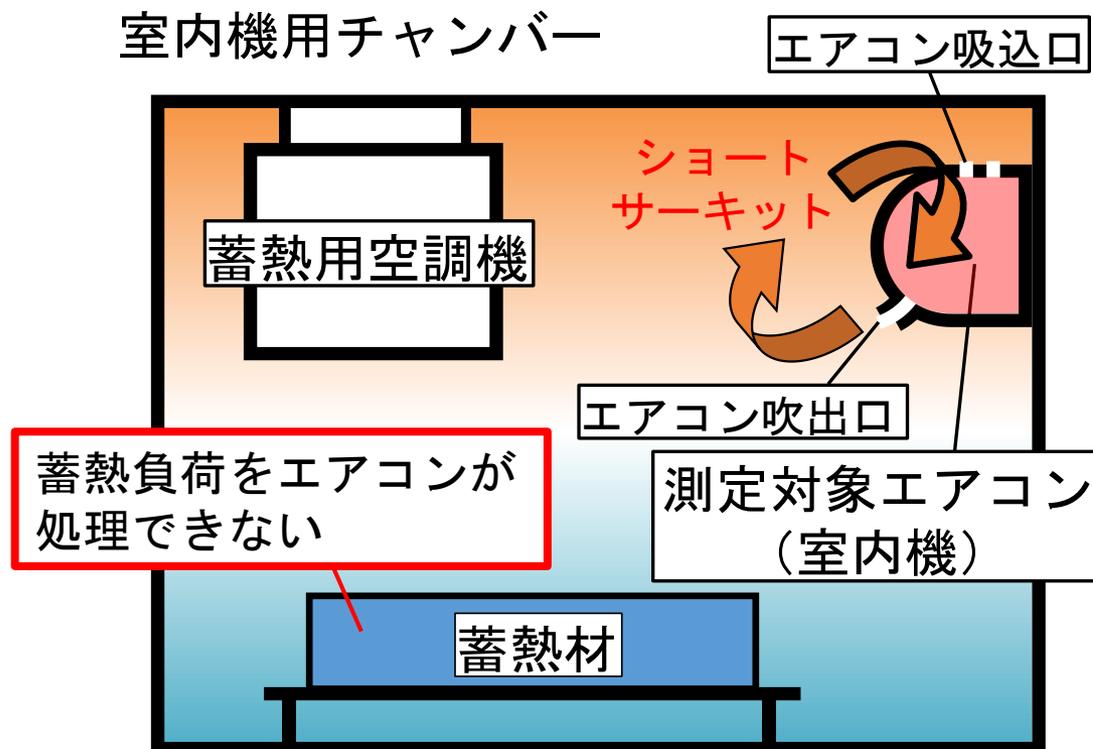


図 間仕切り設置の概要

本研究では、暖房実験時においてショートサーキットが生じないように吹出口と吸込口の間に仕切りを設けた実験を行い、この効果を検討する。

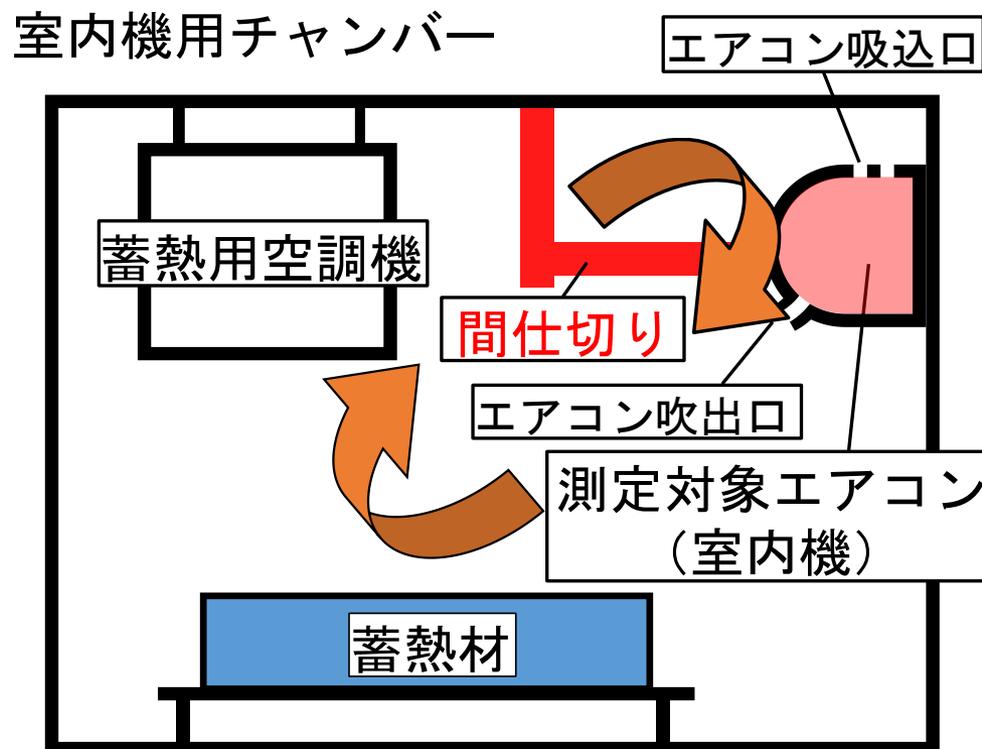
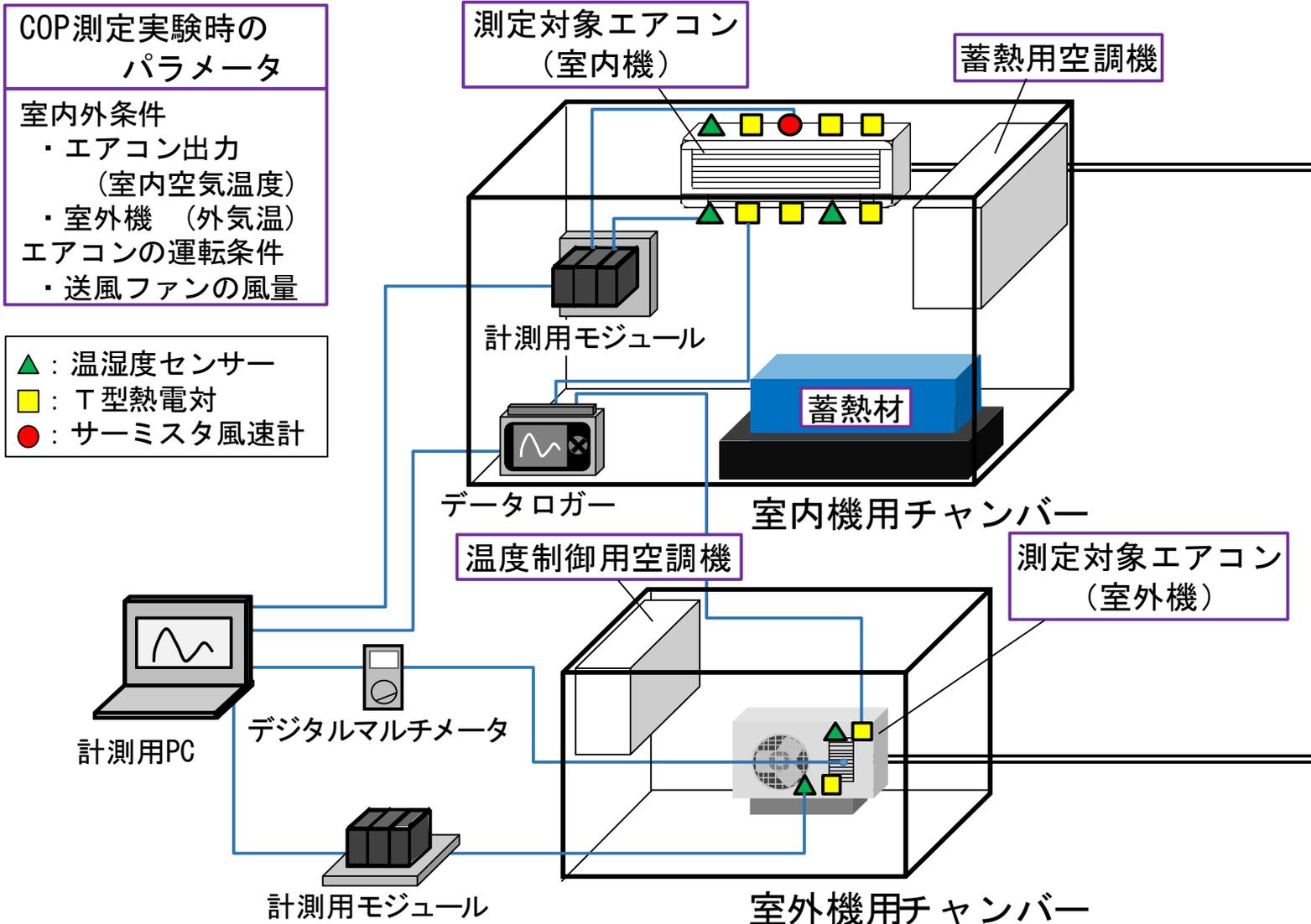


図 間仕切り設置の概要

研究概要 蓄熱式簡易カロリメータの概要



(a) 測定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

室内機用チャンバー内には**測定対象エアコン**、**蓄熱材**※2、**蓄熱用空調機**を配置し、図に示す位置に**温湿度センサー**、**T型熱電対**、**サーミスタ風速計**を設置する。

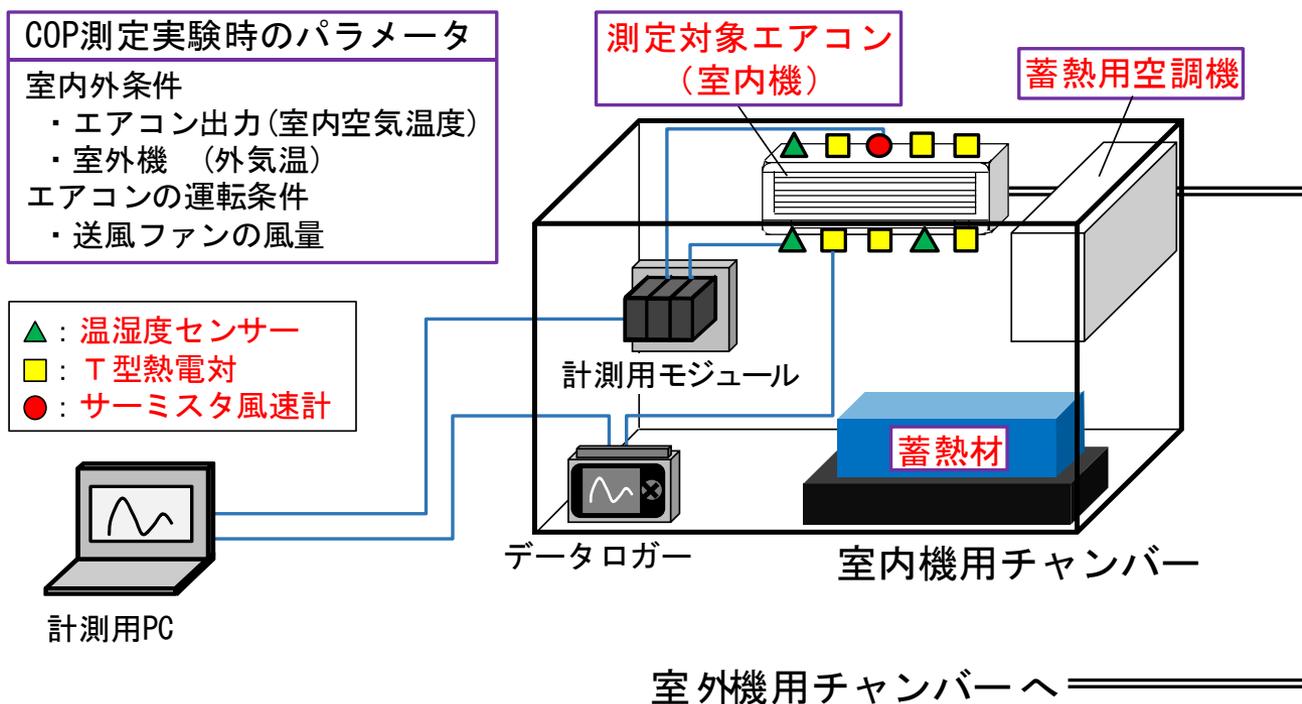


図 室外機用チャンバーの概要

※2 蓄熱材には水を入れたペットボトル120本(水量180[L]、蓄熱量約760[kJ/K]及び、コンクリートブロック50個(熱量量約530[kJ/K])を用いる。

研究概要 蓄熱式簡易カロリメータの概要

測定には**データロガー**を用いて**測定間隔は1 [s]**とする。

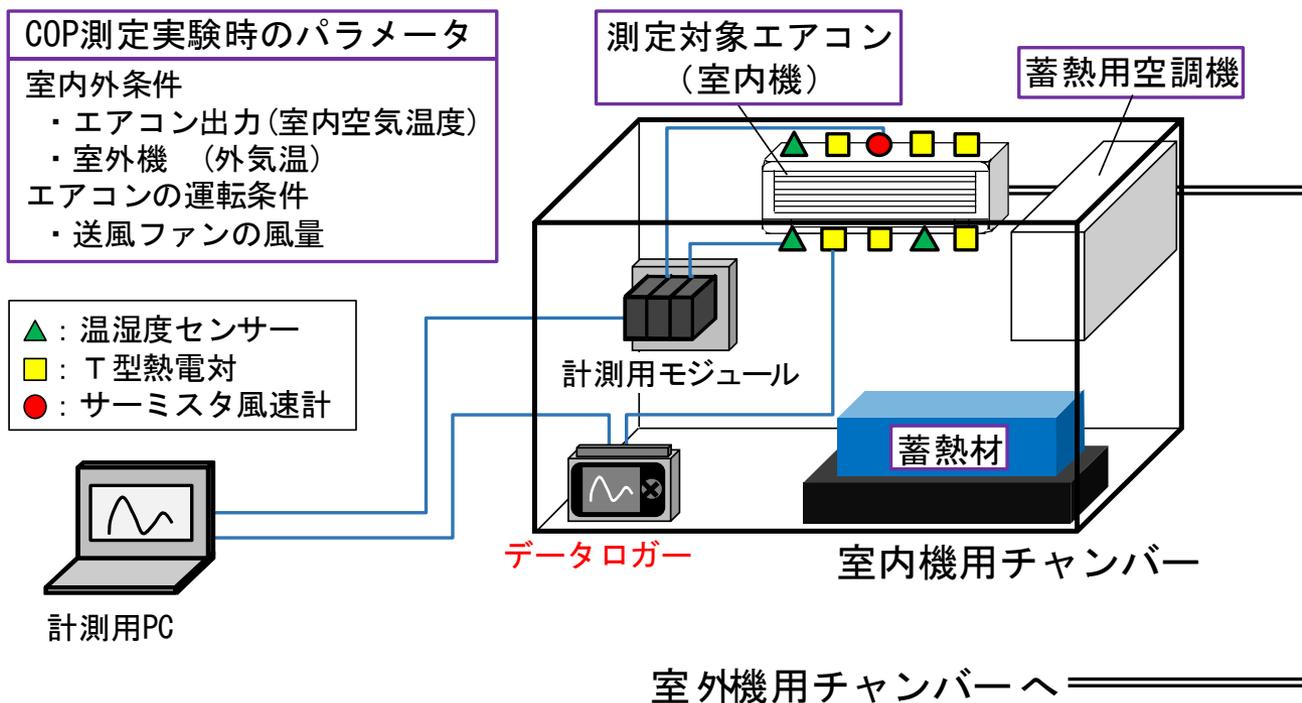


図 室外機用チャンバーの概要

※2 蓄熱材には水を入れたペットボトル120本(水量180[L]、蓄熱量約760[kJ/K]及び、コンクリートブロック50個(熱量量約530[kJ/K])を用いる。

室外機用チャンバー内には**室外機**及び**温度制御用空調機**を配置し外気温を制御する。

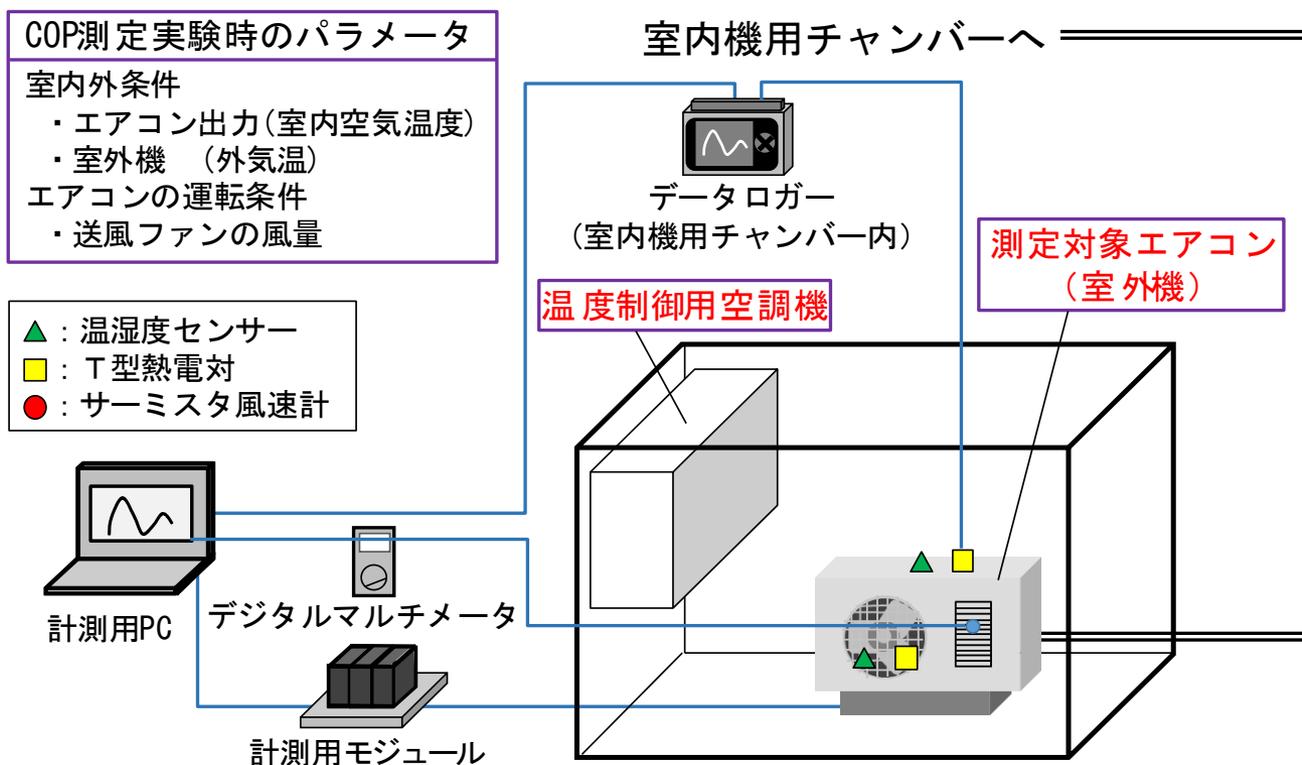


図 室外機用チャンバーの概要

※2 蓄熱材には水を入れたペットボトル120本(水量180[L]、蓄熱量約760[kJ/K]及び、コンクリートブロック50個(熱量量約530[kJ/K])を用いる。

研究概要 蓄熱式簡易カロリメータの概要

また、室外機稼働状況の把握の為、**室外機の圧縮機にデジタルマルチメータ**を設置し、圧縮機に対する**電圧及びインバータ周波数**を測定する。

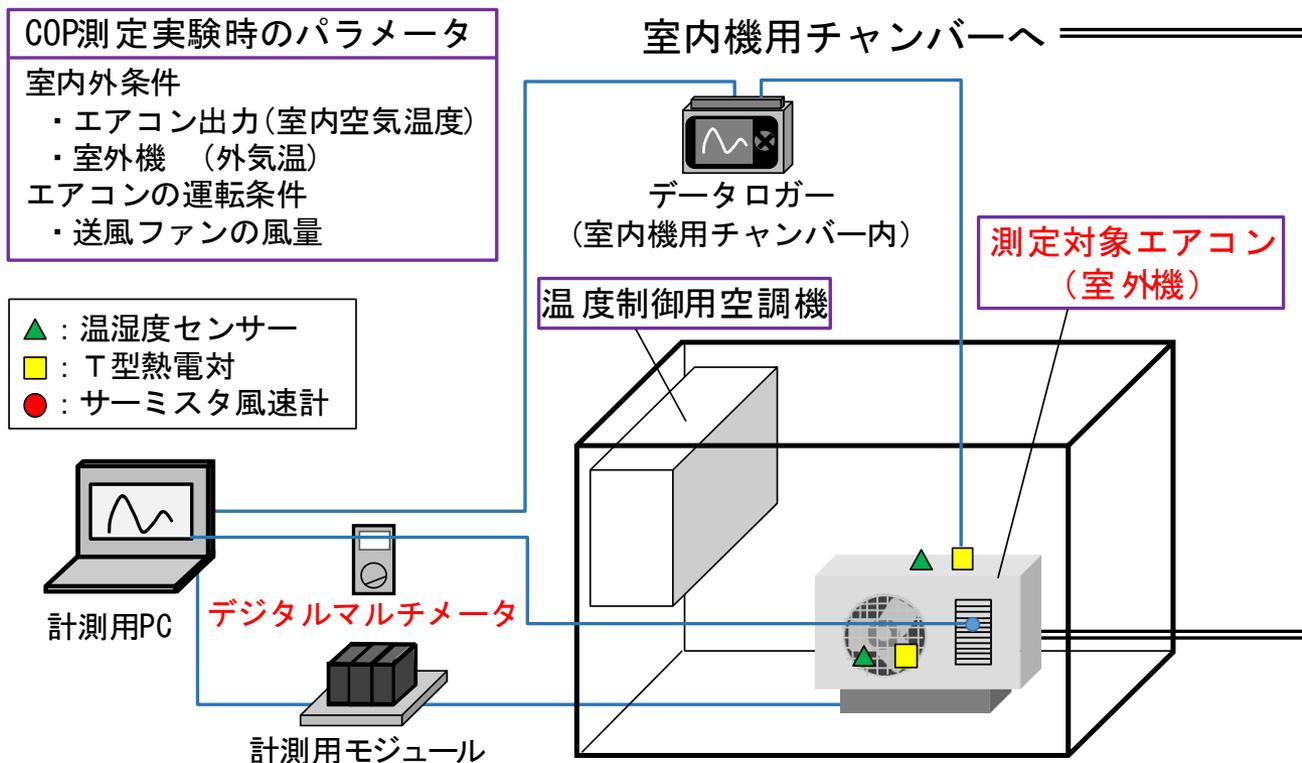
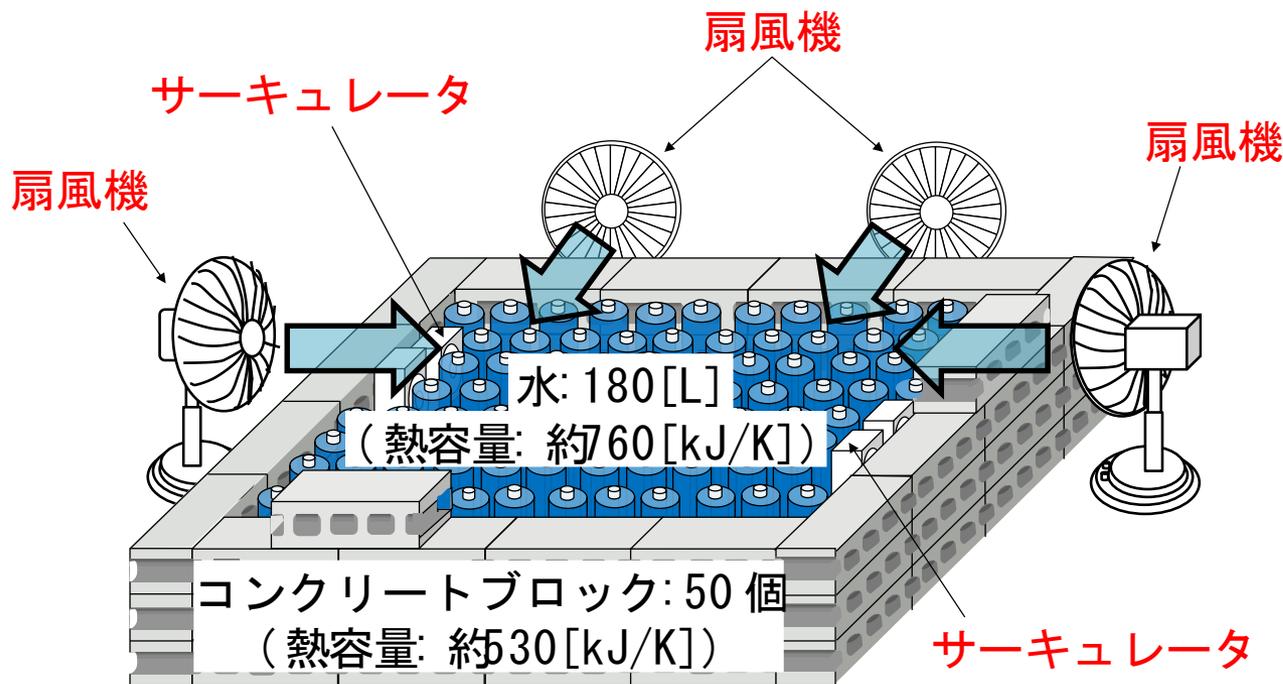


図 室外機用チャンバーの概要

※2 蓄熱材には水を入れたペットボトル120本(水量180[L]、蓄熱量約760[kJ/K]及び、コンクリートブロック50個(熱量量約530[kJ/K])を用いる。

研究概要 蓄熱式簡易カロリメータの概要

蓄熱材の周辺には**扇風機**、**サーキュレータ**を配置し、蓄熱材の**放熱の促進**及び、チャンバー内の**温度分布の均一化**を図る。



(b) 蓄熱材の概要

図1 蓄熱式簡易カロリメータの概要

※2 蓄熱材には水を入れたペットボトル120本(水量180[L]、蓄熱量約760[kJ/K]及び、コンクリートブロック50個(熱量量約530[kJ/K])を用いる。

表 1 測定対象とした家庭用エアコンのカタログ値

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				
D社	4.0	0.5 ? 5.3	790	85 ? 1,330	5.1	5.0	0.4 ? 12.2	890	75 ? 3,730	5.6	7.2	1,051	単	200

表 2 実験条件

実験case		エアコン稼働状況	エアコン設定風量	間仕切り	外気温 [°C]
case1	case1-1	暖房	1	なし	15
	case1-2				11
	case1-3				7
	case1-4				2
	case1-5				-5
case2	case2-1			あり	15
	case2-2				11
	case2-3				7
	case2-4				2
	case2-5				-5

実験は始めに蓄熱用空調機を稼働させて蓄熱※³を行う。

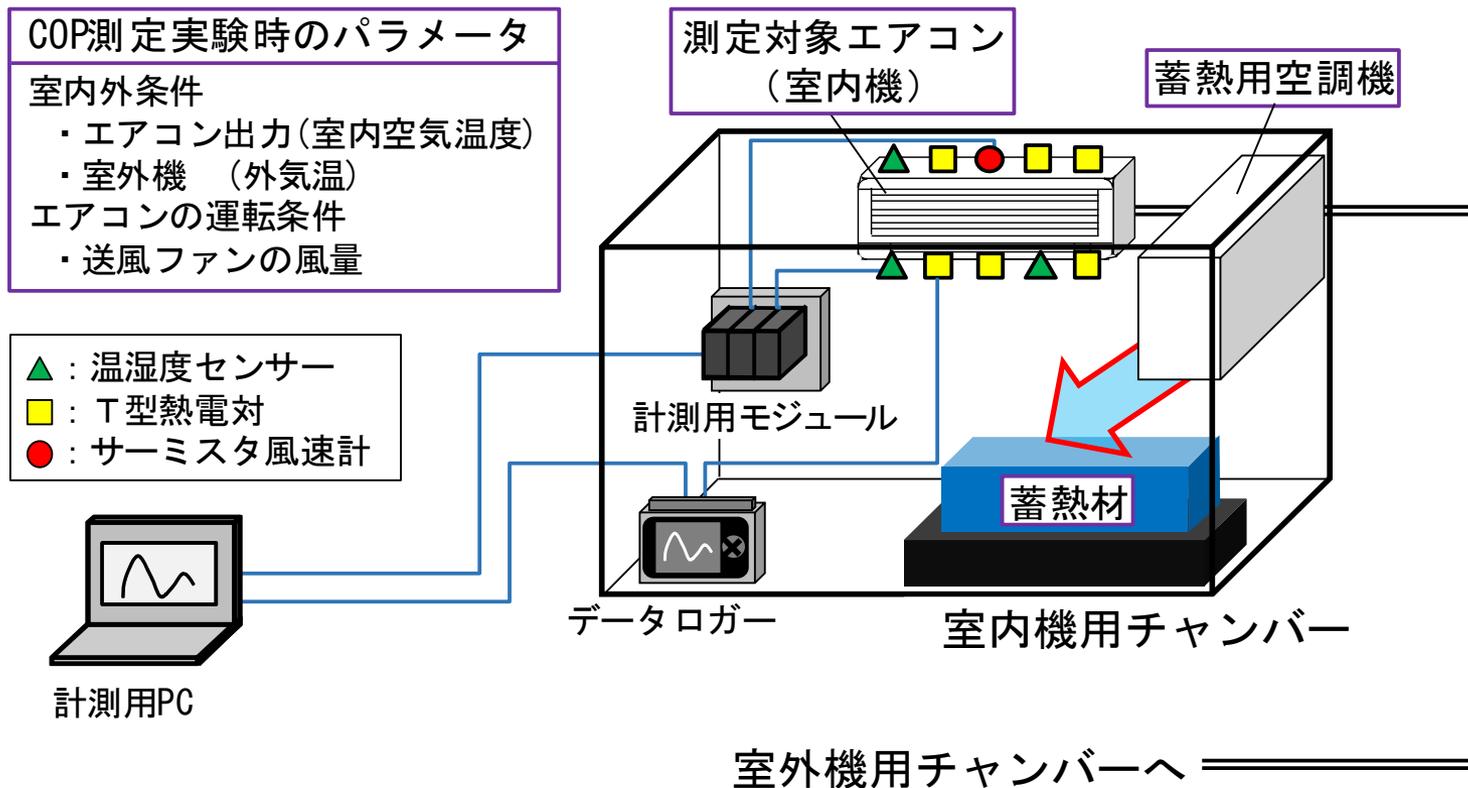


図 室内機用チャンバーの概要

※³ T型熱電対を用いて、暖房実験では蓄熱材の温度が0～2 [°C]となるよう蓄熱する。

次に、測定対象エアコンを稼働させ、出力が一定になった時点で蓄熱用空調機を停止させる。

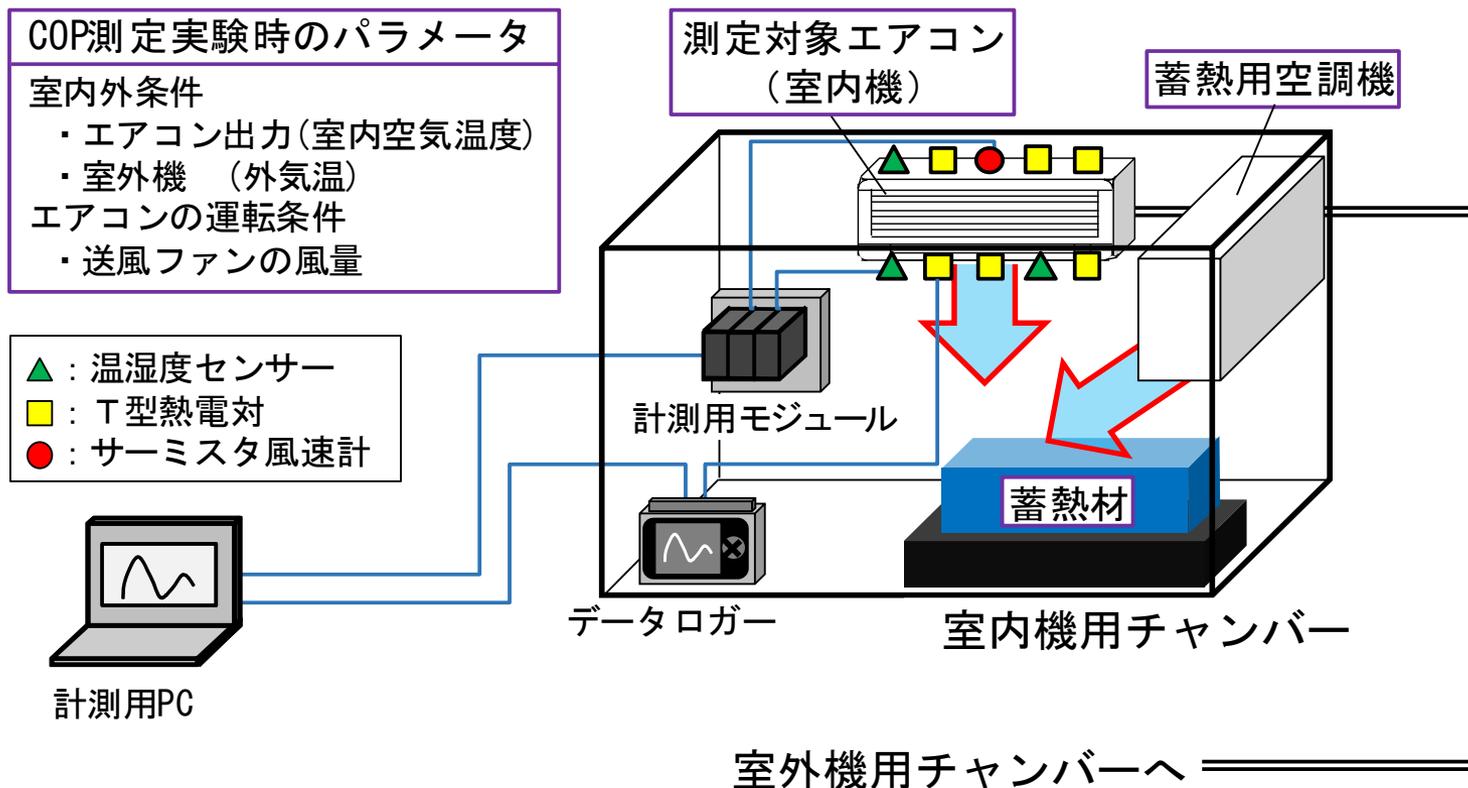


図 室内機用チャンバーの概要

蓄熱用空調機の停止時刻を測定開始とし、測定対象エアコンによって室温がエアコン設定温度※4へと達するまでの過渡的状态において測定を行う。

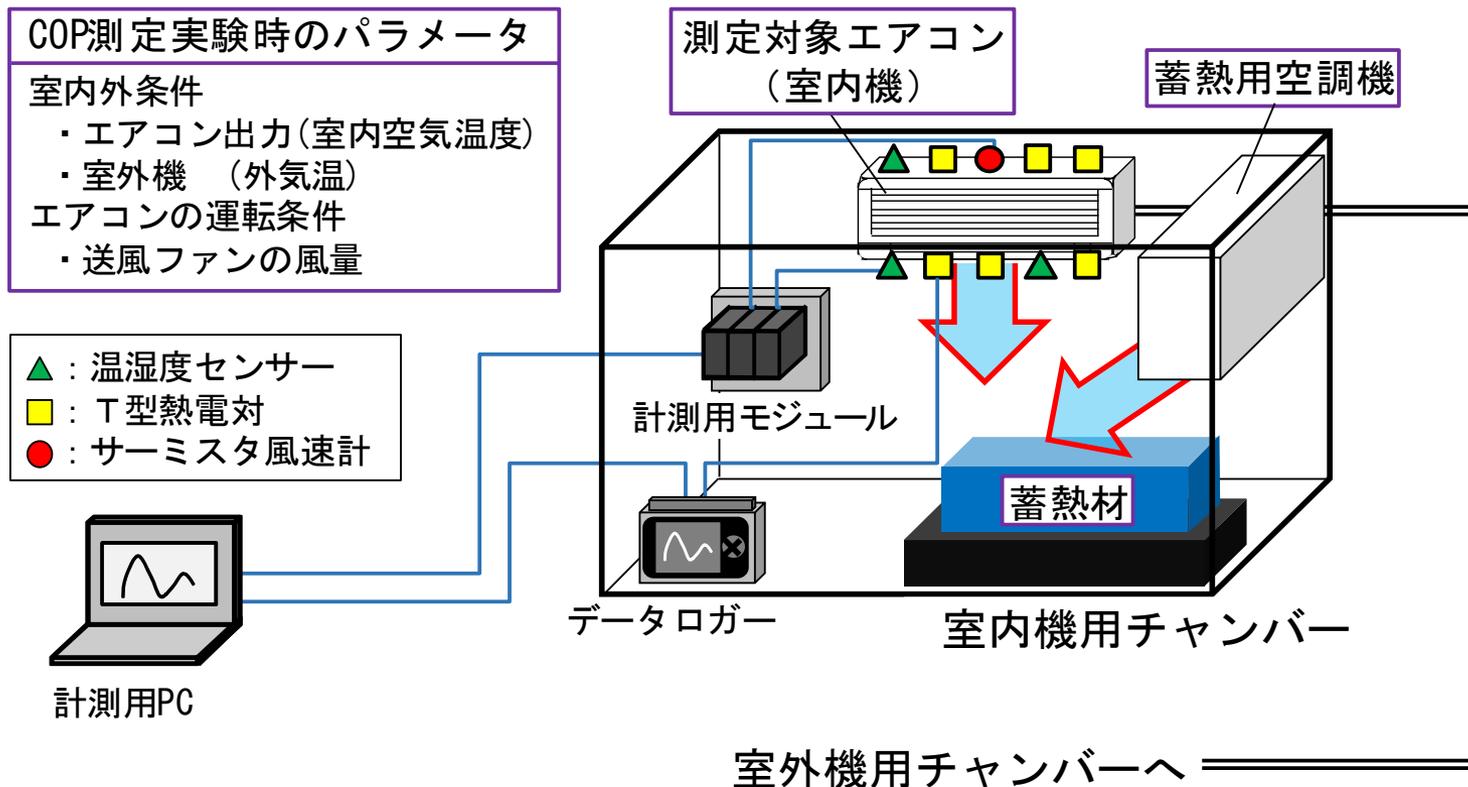


図 室内機用チャンバーの概要

※4 暖房実験時のエアコン設定温度は20[°C]とする。

COPは家庭用エアコンCOP簡易測定法^{文2)}により測定・算出する。

文2) 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マトリクスの作成

外気温、暖冷房出力、COPの関係からCOPマトリクスの作成を行う。外気温0.1[°C]、出力0.1[kW]毎にマトリクス内にプロットし、測定結果がない条件は回帰式により補間する。

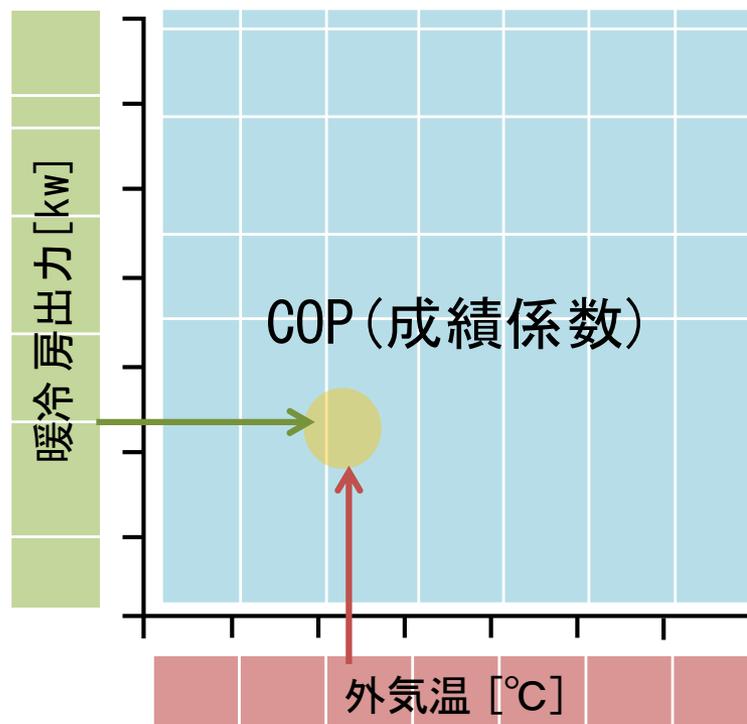
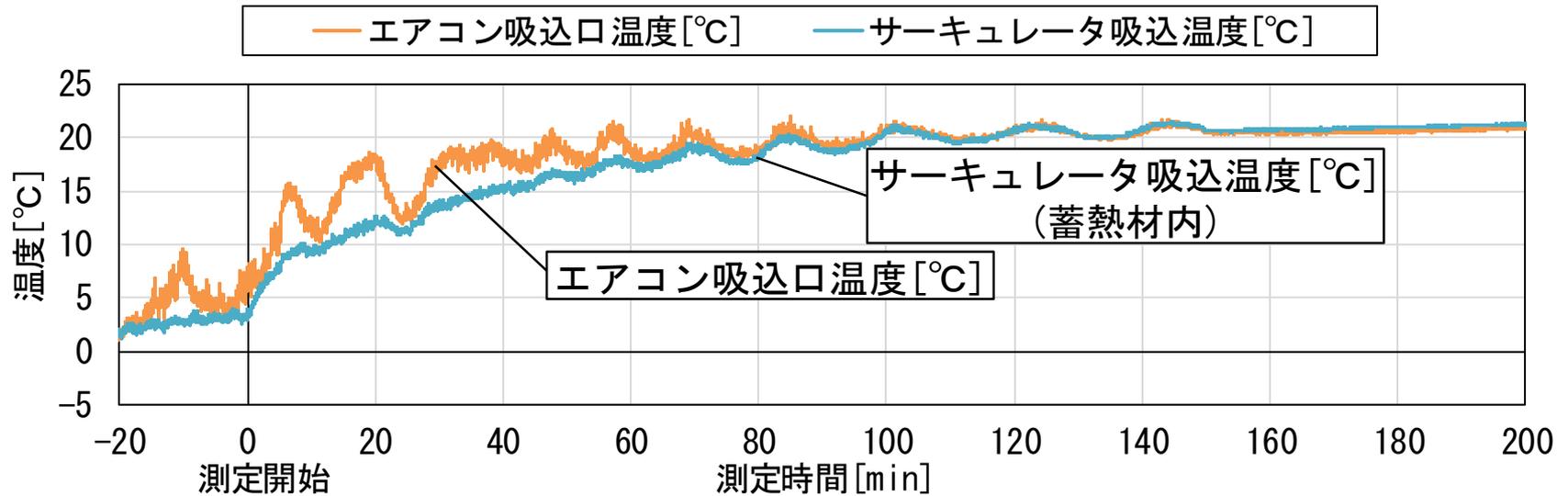
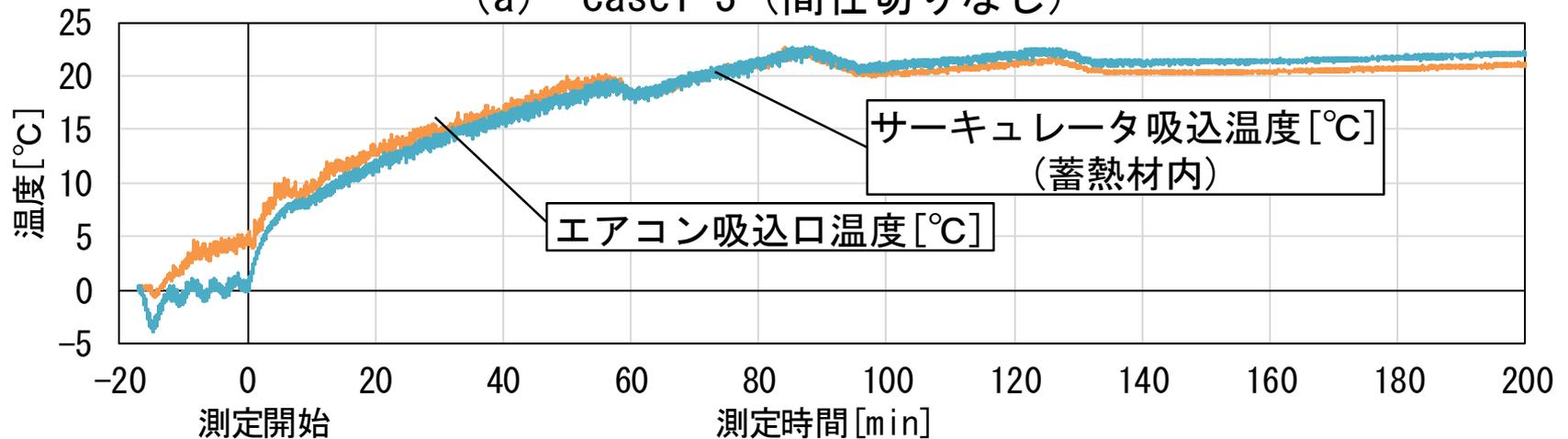


図 COPマトリクスのイメージ

測定結果 間仕切りの有無による測定データの比較



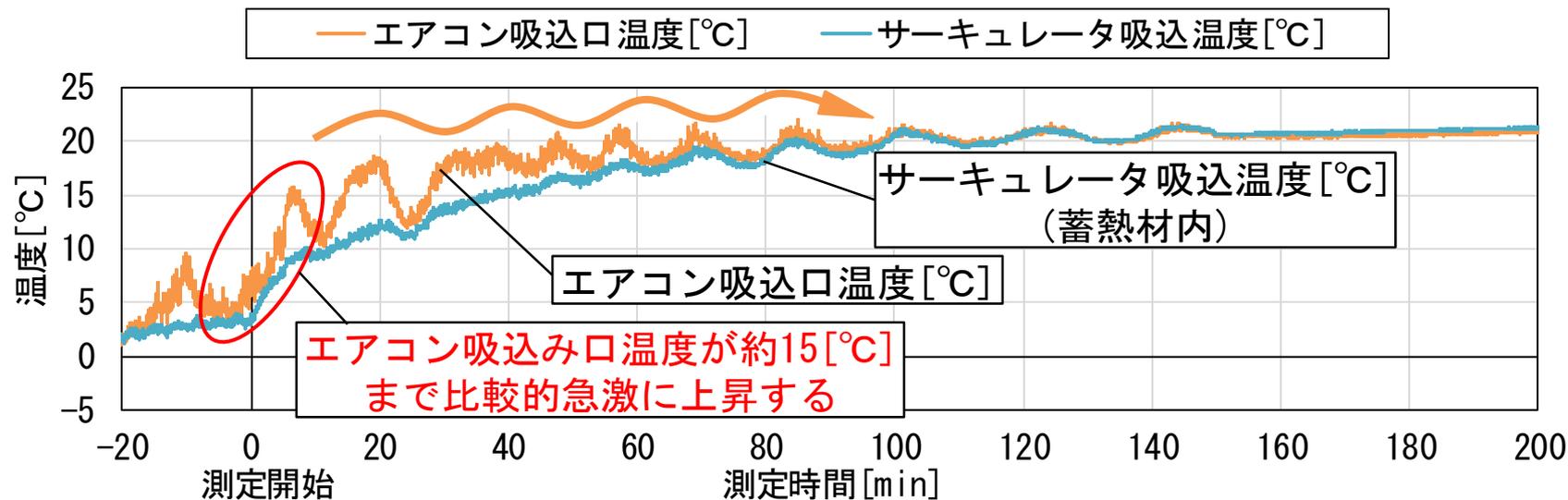
(a) case1-3 (間仕切りなし)



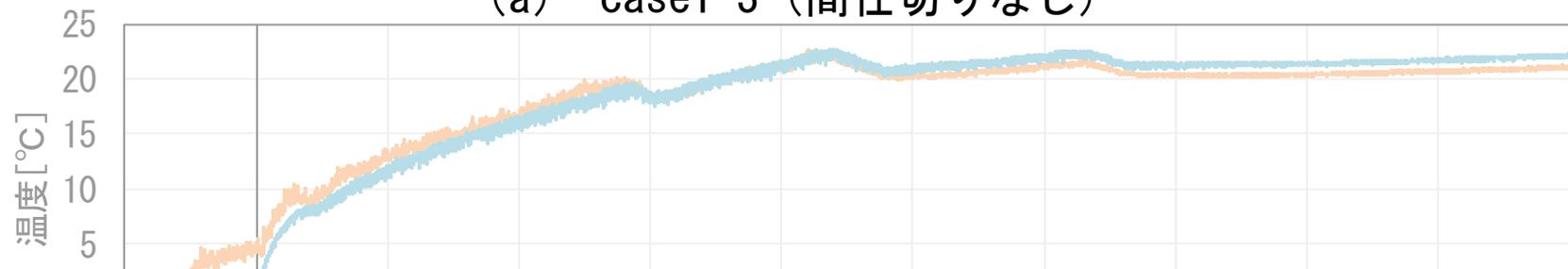
(b) case2-3 (間仕切りあり)

図3 暖房・設定風量1・外気温7[°C]における、
エアコン及び蓄熱材に設置したサーキュレータの吸込温度の変化

測定結果 間仕切りの有無による測定データの比較



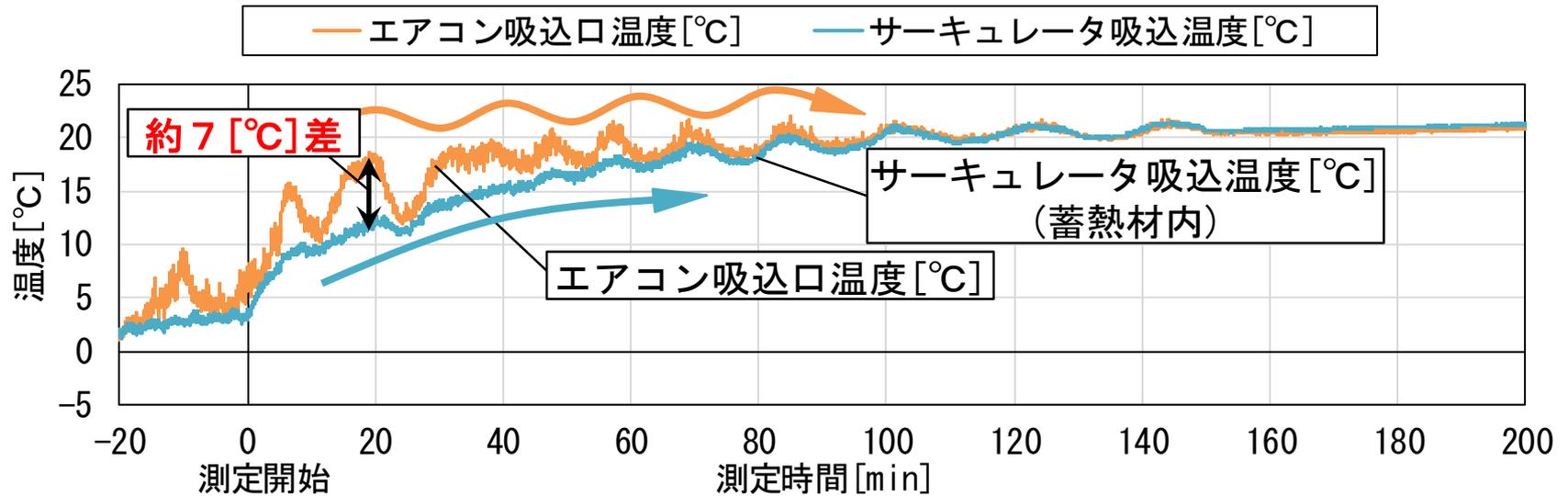
(a) case1-3 (間仕切りなし)



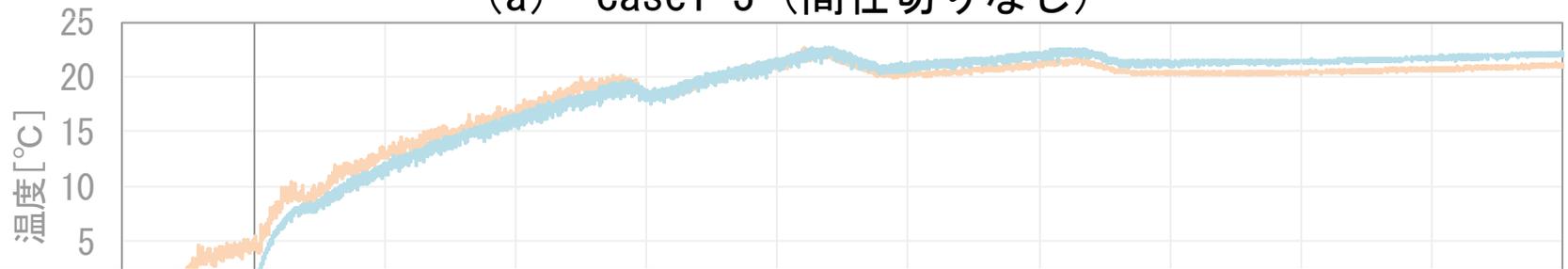
間仕切りを設置しないcase1-3では、測定開始直後にエアコン吸込口温度が15[°C]まで比較的急激に上昇し、その後は出力の変動に応じて上下する。

図3 暖房・設定風量1・外気温7[°C]における、エアコン及び蓄熱材に設置したサーキュレータの吸込温度の変化

測定結果 間仕切りの有無による測定データの比較



(a) case1-3 (間仕切りなし)

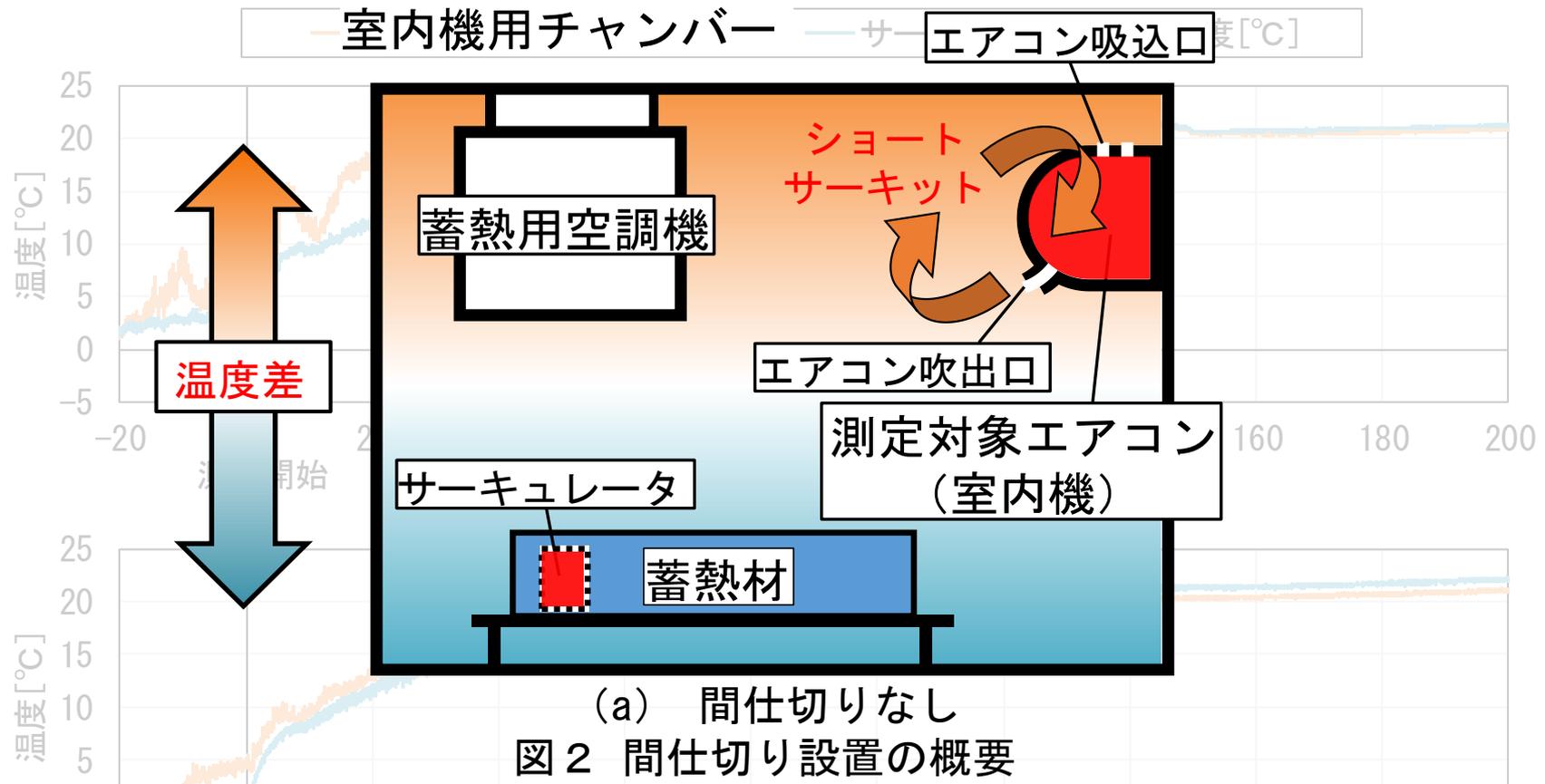


(b) case2-3 (間仕切りあり)

エアコン吸込口温度とサーキュレータ吸込温度との温度差は最大で約 7 [°C] となる。

図3 暖房・設定風量1・外気温7 [°C]における、エアコン及び蓄熱材に設置したサーキュレータの吸込温度の変化

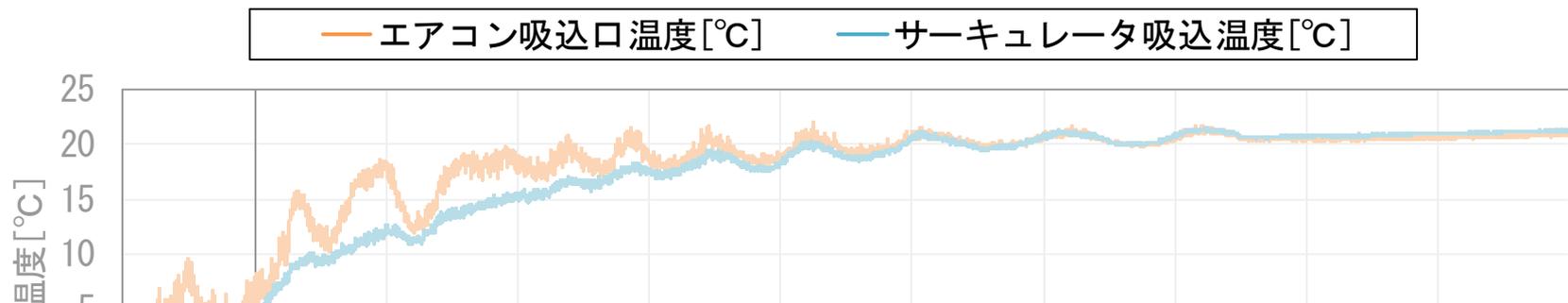
測定結果 間仕切りの有無による測定データの比較



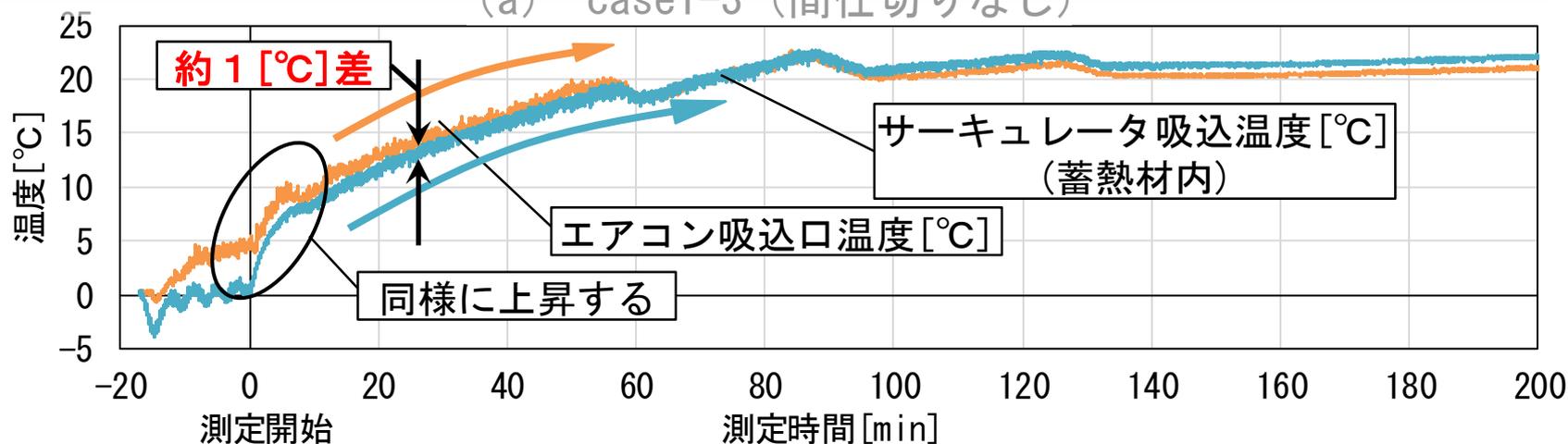
これはエアコンから吹出された気流がショートサーキットを形成し、室内に十分拡散されることなくエアコン吸込口に到達している為と考えられる。

図3 暖房・設定風量1・外気温7 [°C]における、エアコン及び蓄熱材に設置したサーキュレータの吸込温度の変化

測定結果 間仕切りの有無による測定データの比較



間仕切りを設置したcase2-3では、測定開始後にエアコン吸込口温度とサーキュレータ吸込温度が同様に上昇を始め、その温度差は約1[°C]と少ない



(b) case2-3 (間仕切りあり)

図3 暖房・設定風量1・外気温7[°C]における、エアコン及び蓄熱材に設置したサーキュレータの吸込温度の変化

測定結果 間仕切りの有無による測定データの比較

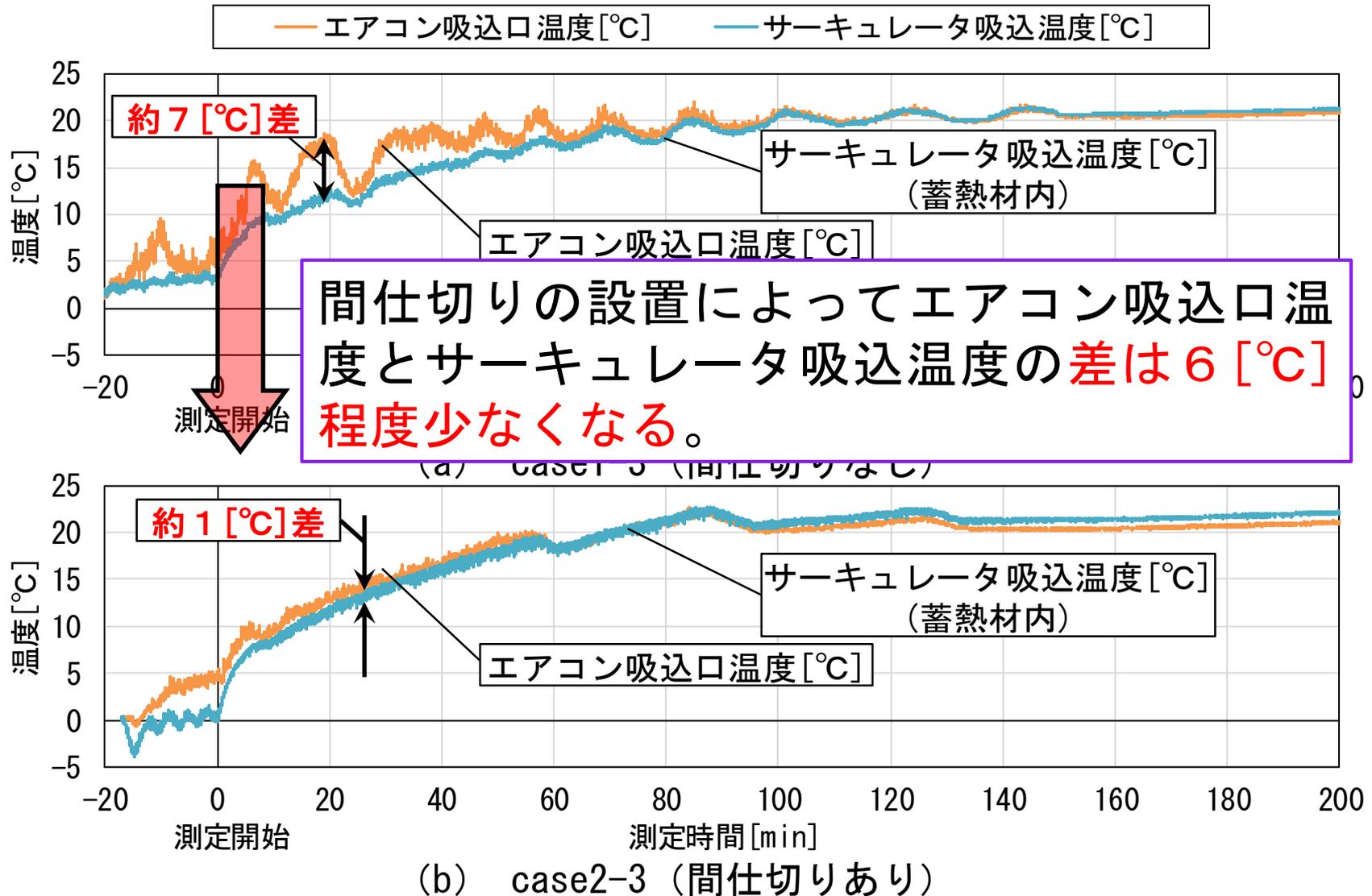
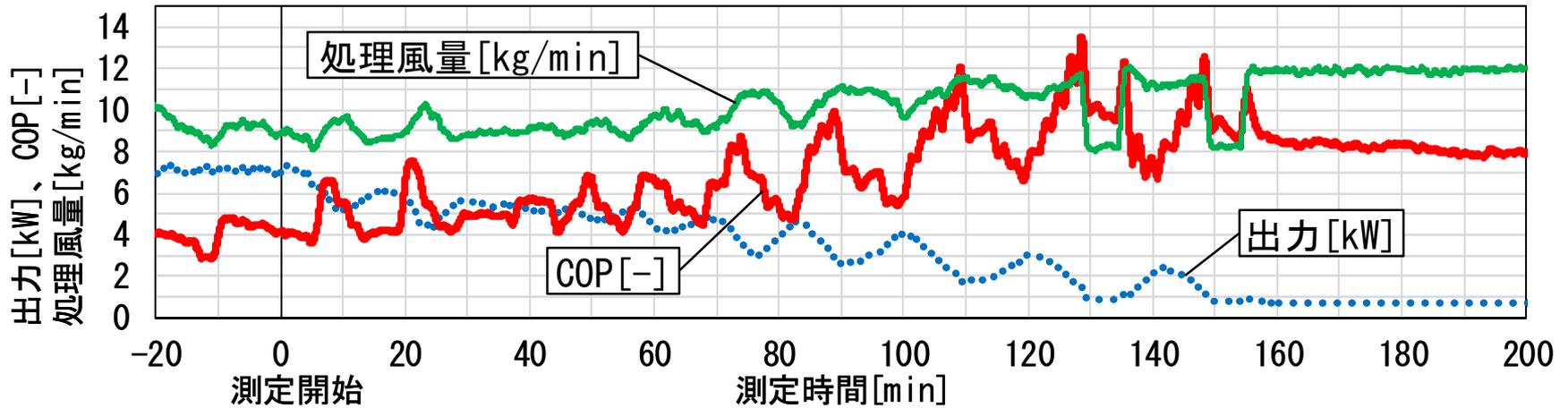


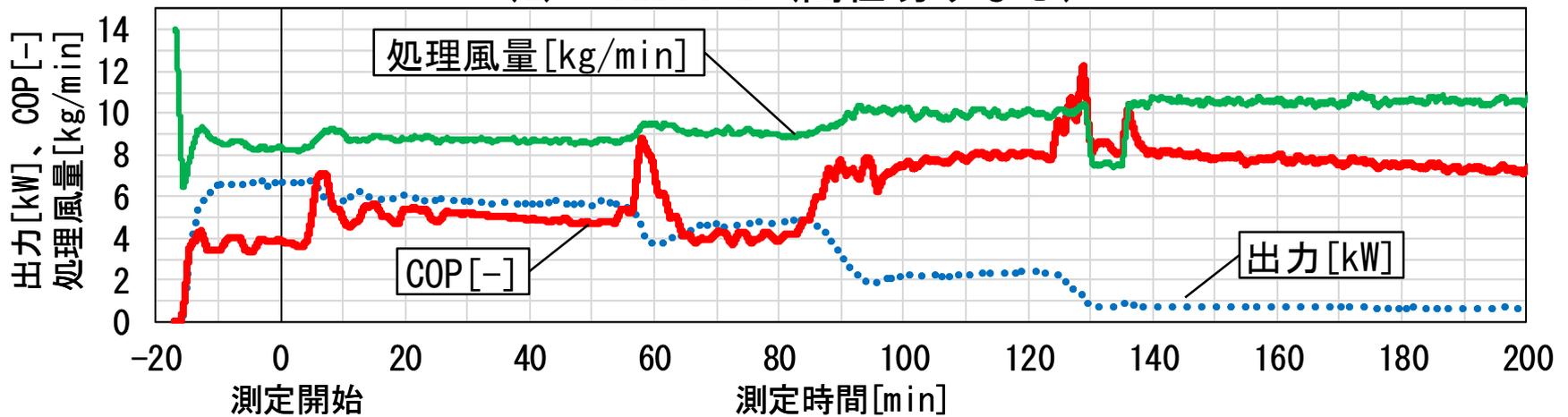
図3 暖房・設定風量1・外気温7[°C]における、
エアコン及び蓄熱材に設置したサーキュレータの吸込温度の変化

測定結果 間仕切りの有無による測定データの比較

.....出力[kW] — COP[-] — 処理風量[kg/min]



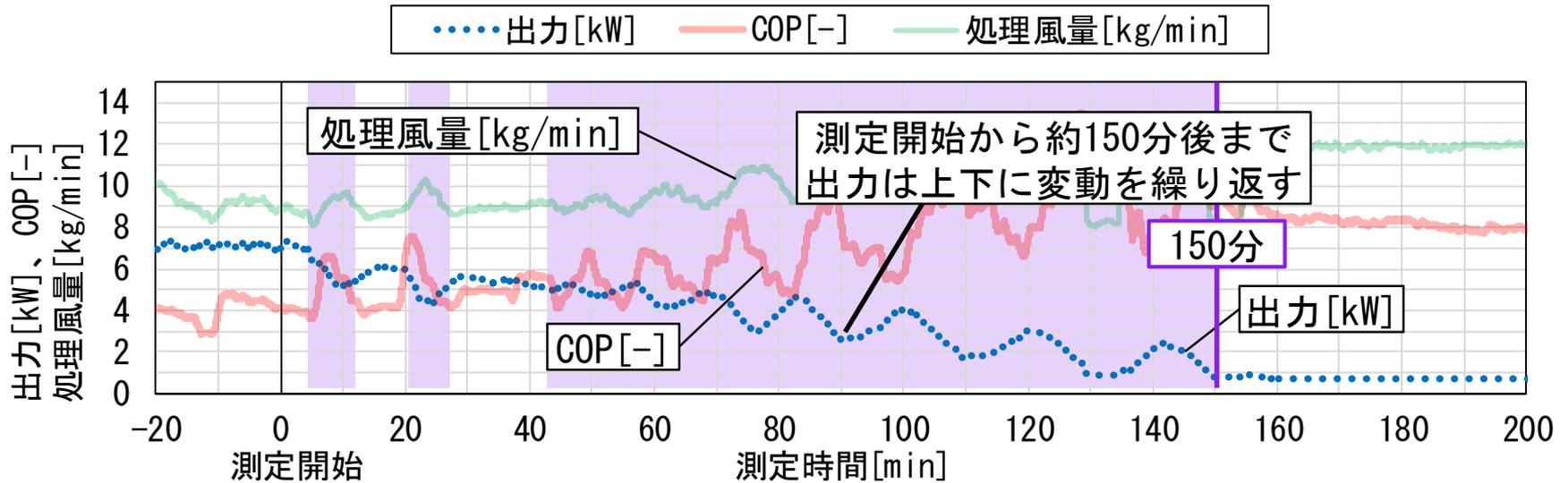
(a) case1-3 (間仕切りなし)



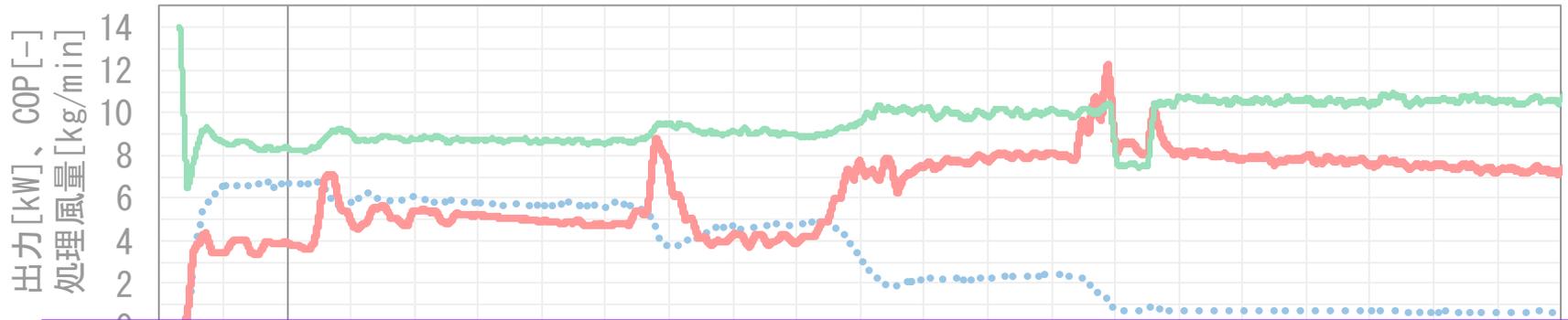
(b) case2-3 (間仕切りあり)

図4 エアコン出力とCOPの測定結果
(暖房・設定風量1・外気温7 [°C])

測定結果 間仕切りの有無による測定データの比較



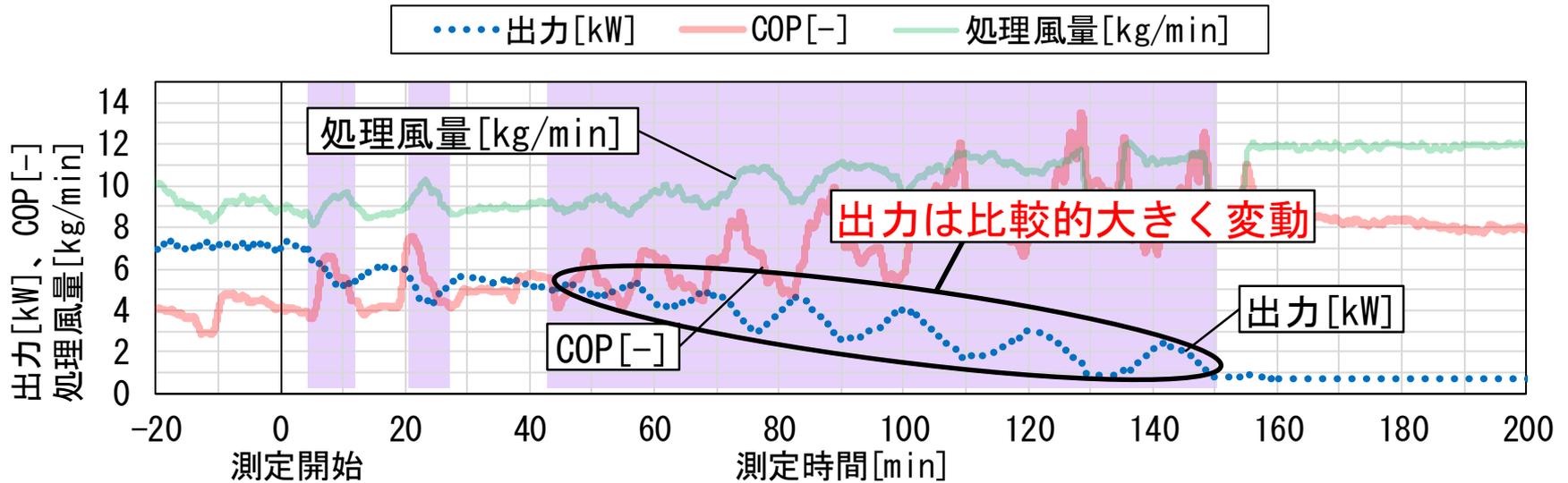
(a) case1-3 (間仕切りなし)



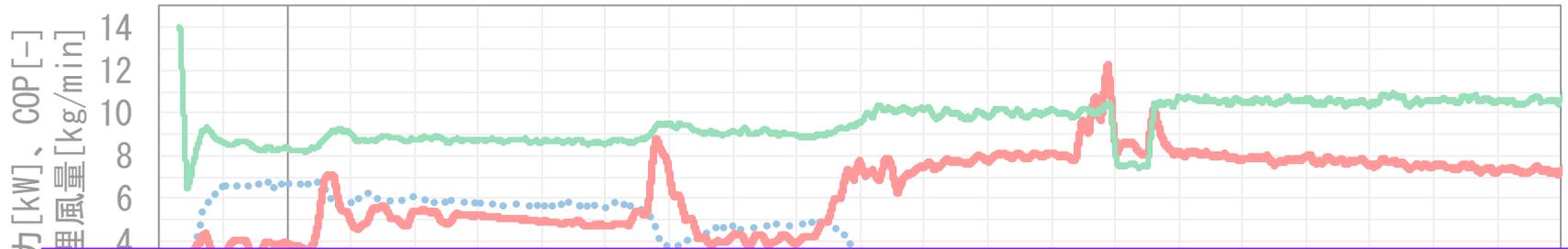
間仕切りを設置しないcase1-3では、測定開始から出力が上下に変動を繰り返し、約150分後に安定する。

図4 エアコン出力とCOPの測定結果
(暖房・設定風量1・外気温7 [°C])

測定結果 間仕切りの有無による測定データの比較



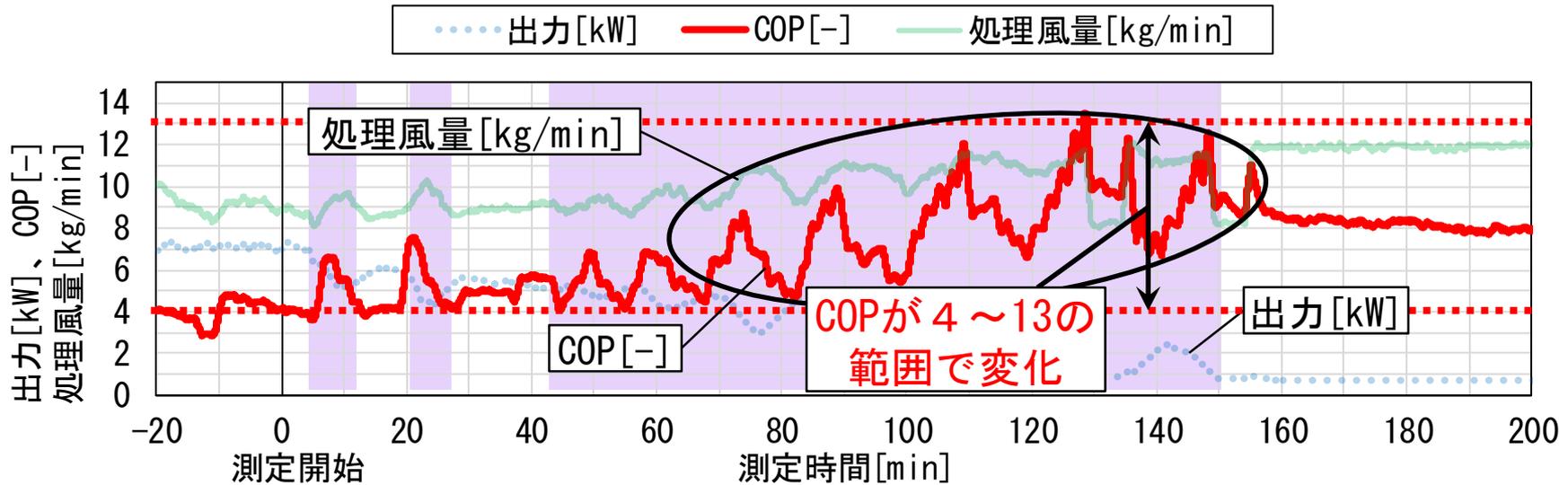
(a) case1-3 (間仕切りなし)



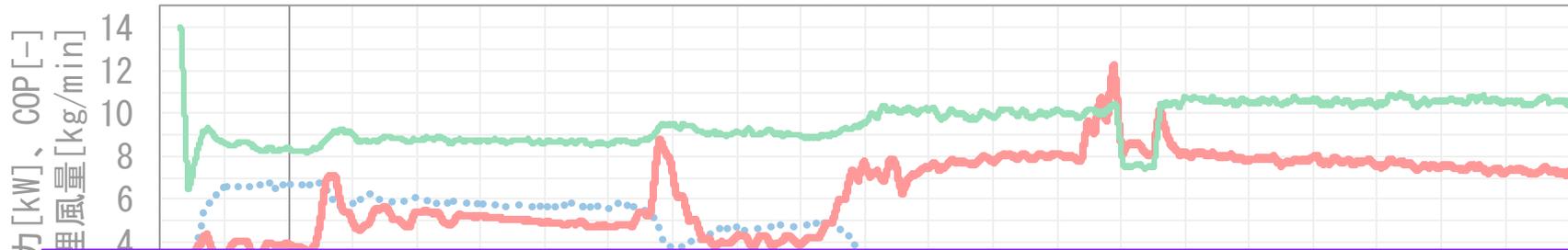
特に40～150分において出力は比較的大きく変動し、COPはそれに伴い4～13の範囲で変化する為、COPマトリクスを作成する際の処理が比較的困難である。

図4 エアコン出力とCOPの測定結果
(暖房・設定風量1・外気温7[°C])

測定結果 間仕切りの有無による測定データの比較



(a) case1-3 (間仕切りなし)

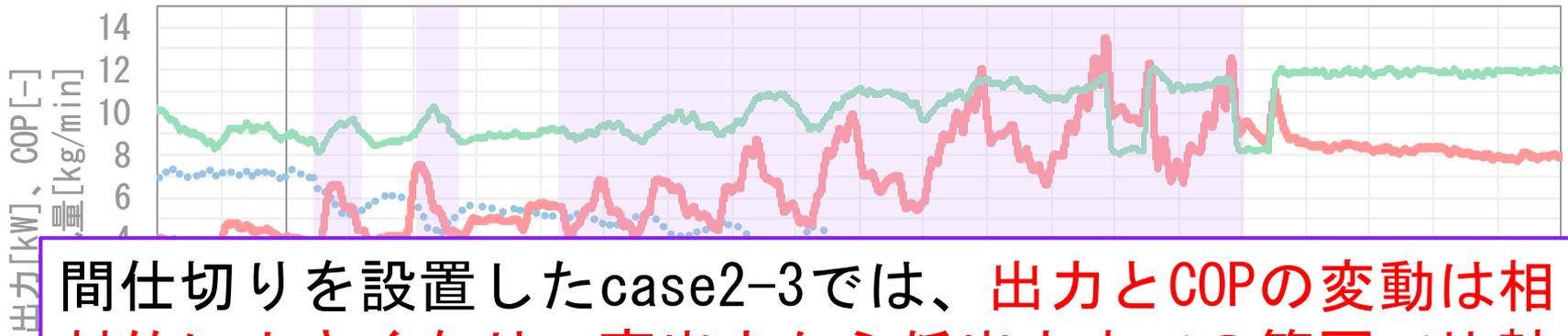


特に40~150分において出力は比較的大きく変動し、COPはそれに伴い4~13の範囲で変化する為、COPマトリクスを作成する際の処理が比較的困難である。

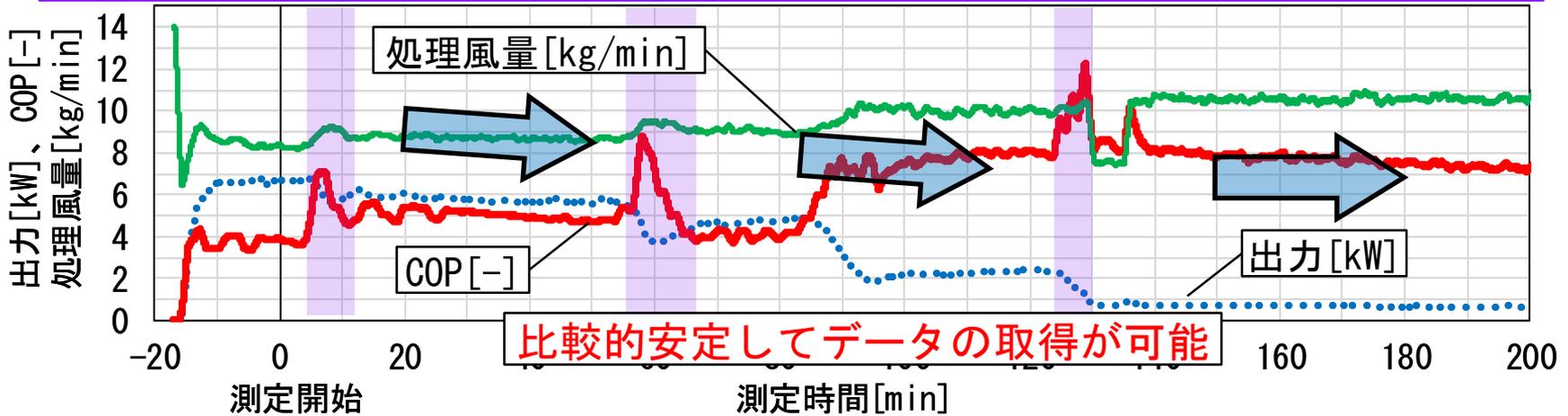
図4 エアコン出力とCOPの測定結果
(暖房・設定風量1・外気温7[°C])

測定結果 間仕切りの有無による測定データの比較

.....出力[kW] — COP[-] — 処理風量[kg/min]



間仕切りを設置したcase2-3では、出力とCOPの変動は相対的に小さくなり、高出力から低出力までの範囲で比較的安定してデータの取得が可能である。

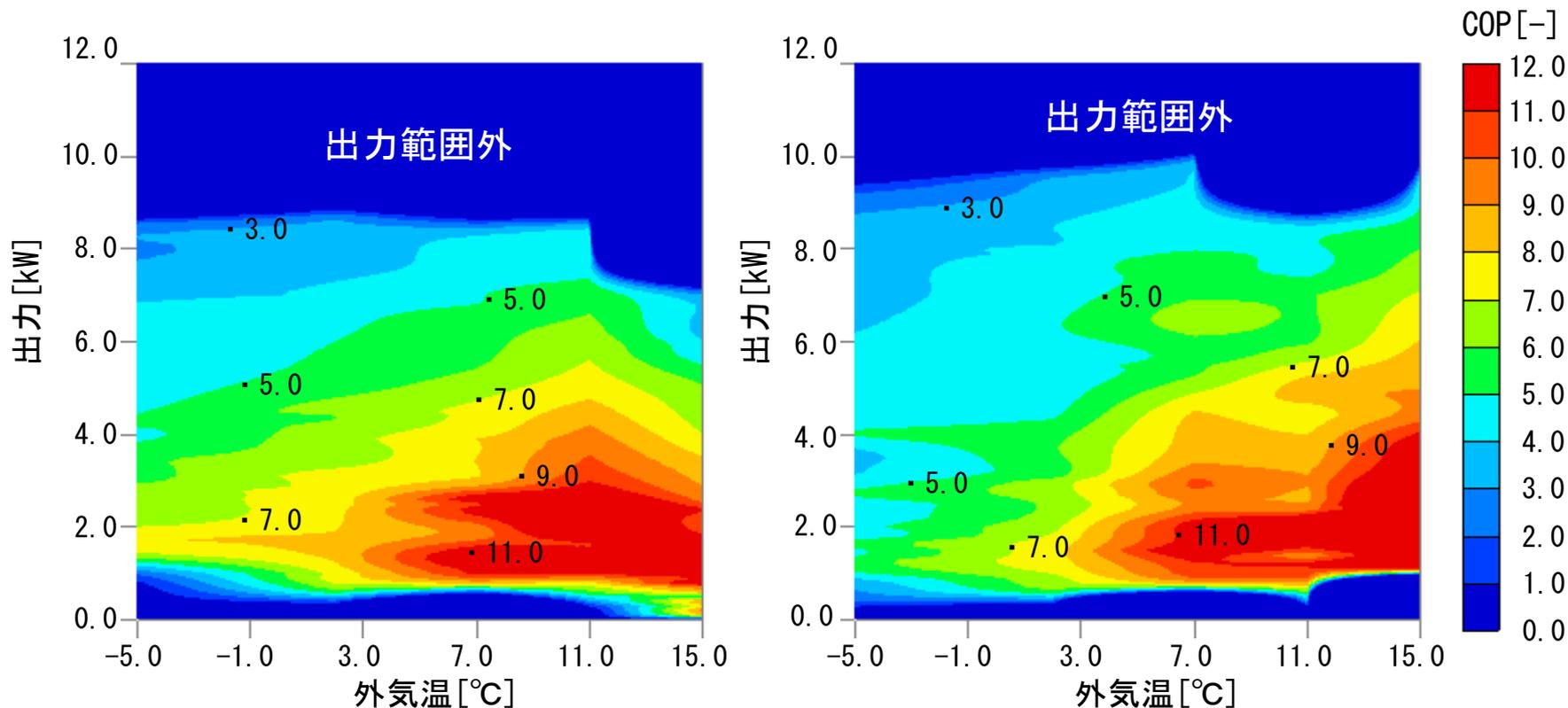


(b) case2-3 (間仕切りあり)

図4 エアコン出力とCOPの測定結果
(暖房・設定風量1・外気温7 [°C])

測定結果 COPマトリクスによる比較

どちらのCOPマトリクスでも、外気温が高いほどCOPが高くなる傾向があり、定格暖房出力の4割程度の2.0[kW]付近でCOPが高くなる。

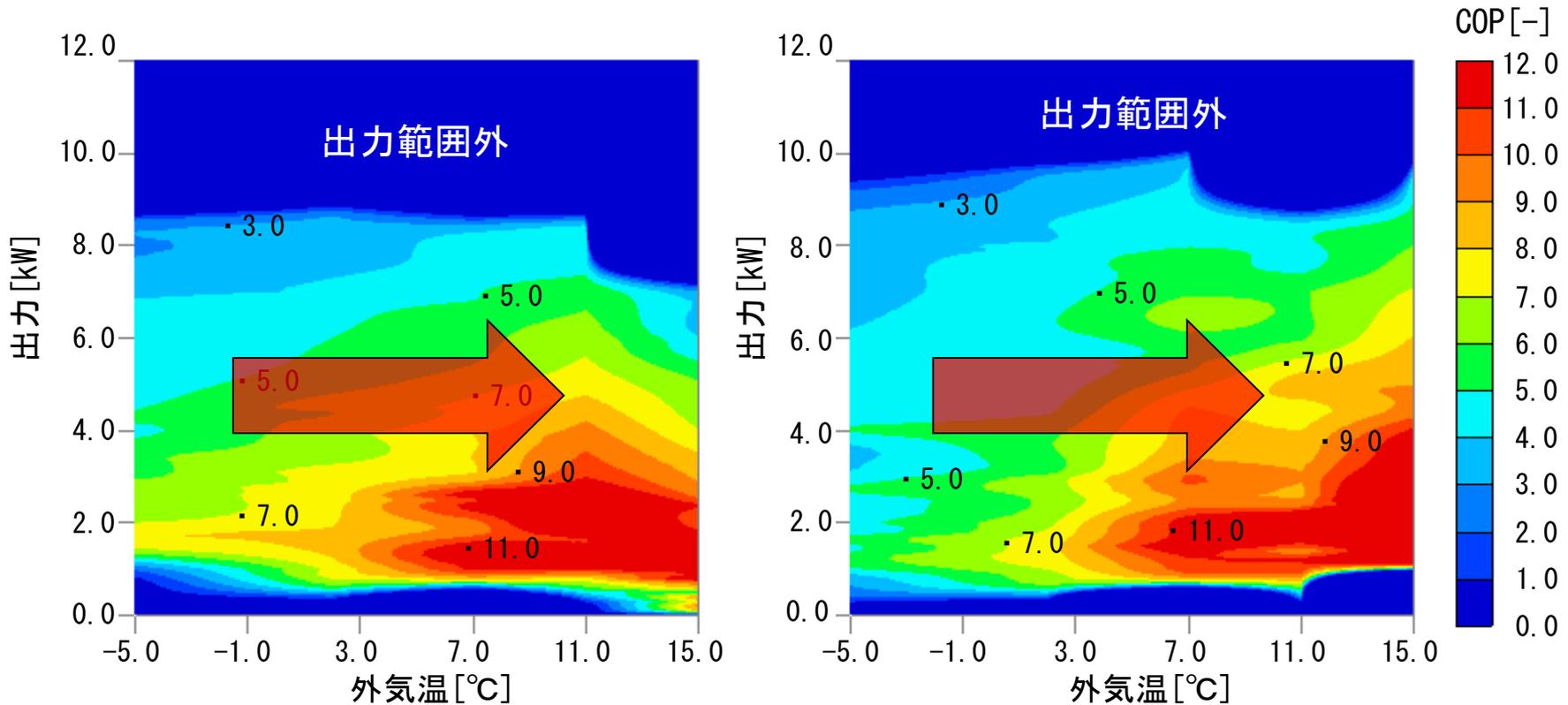


(a) 間仕切りなし

(b) 間仕切りあり

図5 間仕切りの有無によるCOPマトリクスの比較

どちらのCOPマトリクスでも、外気温が高いほどCOPが高くなる傾向があり、定格暖房出力の4割程度の2.0[kW]付近でCOPが高くなる。



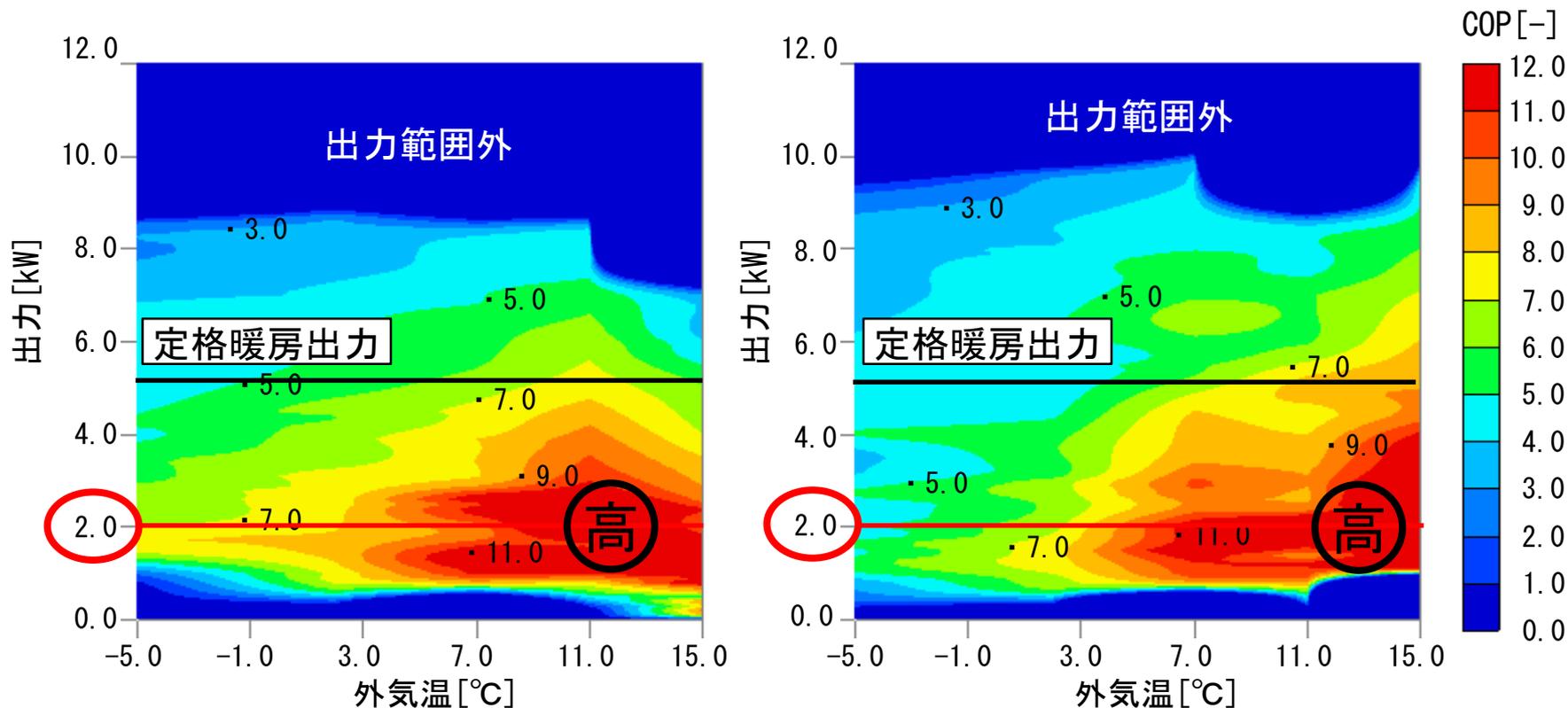
(a) 間仕切りなし

(b) 間仕切りあり

図5 間仕切りの有無によるCOPマトリクスの比較

測定結果 COPマトリクスによる比較

どちらのCOPマトリクスでも、外気温が高いほどCOPが高くなる傾向があり、定格暖房出力の4割程度の2.0[kW]付近でCOPが高くなる。

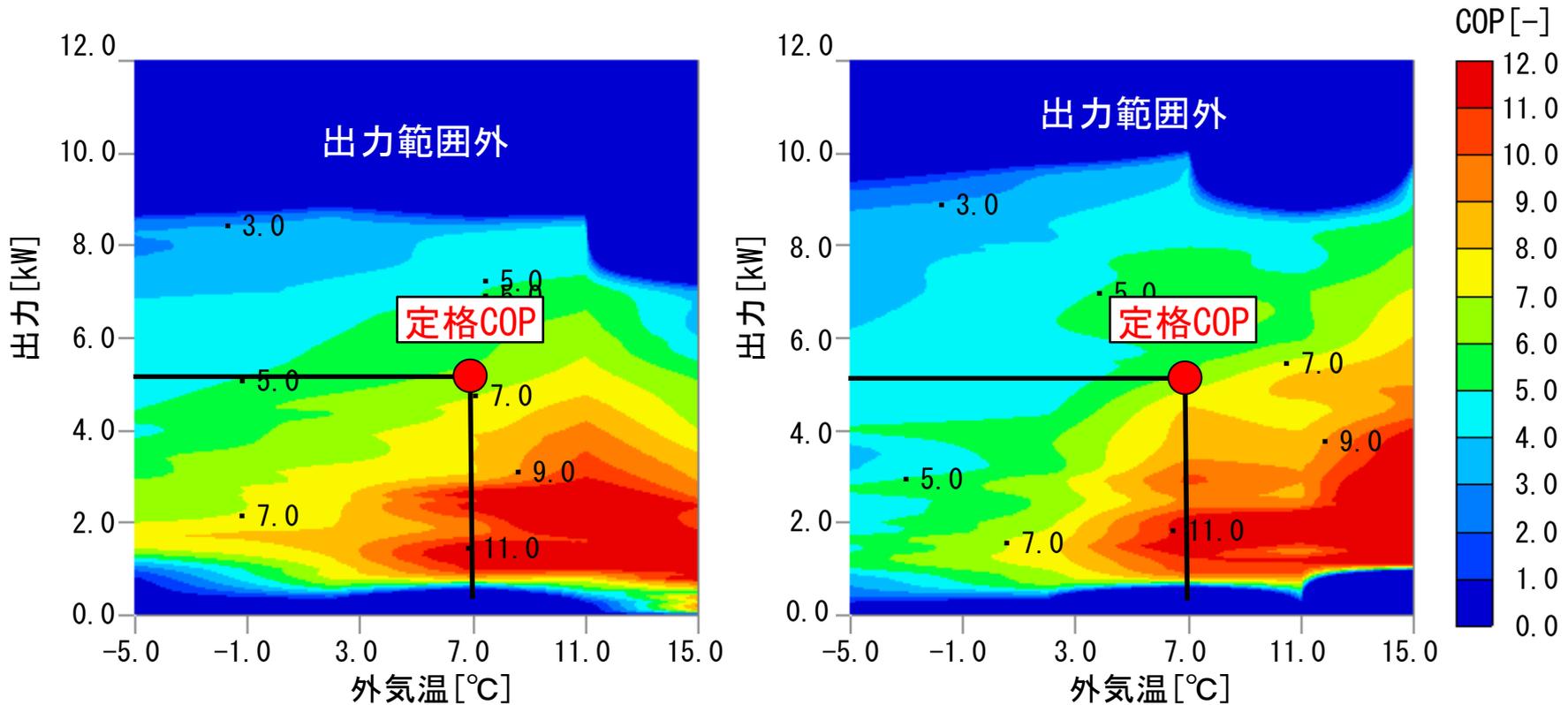


(a) 間仕切りなし

(b) 間仕切りあり

図5 間仕切りの有無によるCOPマトリクスの比較

定格COPはカタログ値は約5.6（定格暖房出力5.0[kW]）であるが、実験ではどちらも約6.0となる。

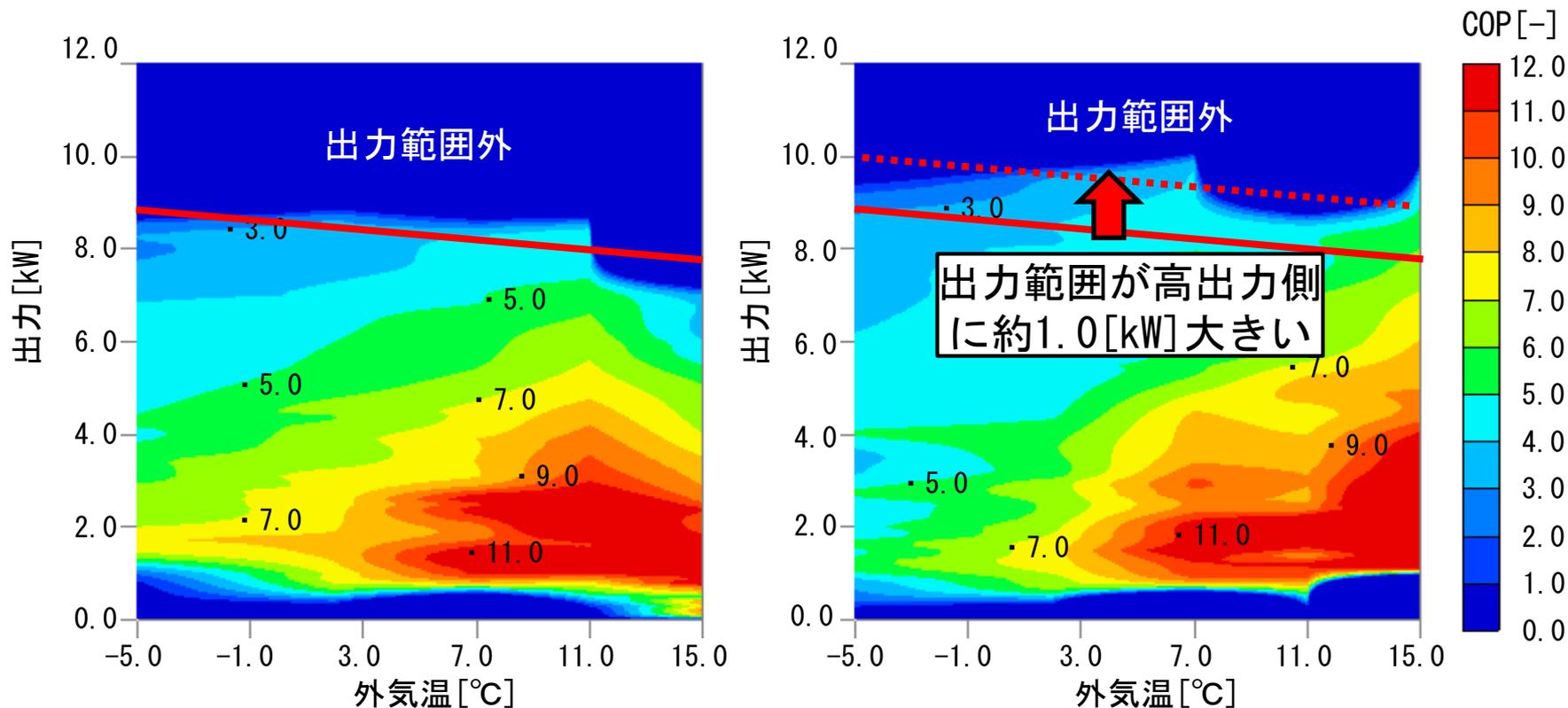


(a) 間仕切りなし

(b) 間仕切りあり

図5 間仕切りの有無によるCOPマトリクスの比較

測定できる出力範囲は間仕切りありの方が約1.0[kW]大きい。



(a) 間仕切りなし

(b) 間仕切りあり

図5 間仕切りの有無によるCOPマトリクスの比較

- ①間仕切りを設置した場合、エアコン吸込口温度とサーキュレータ吸込温度の差は6 [°C]程度少なくなる。
- ②間仕切りを設置した場合、設置しない場合と比較して、安定した出力及びCOPデータの取得が可能である。
- ③間仕切りを設けた場合、COPマトリクスの測定可能範囲は高出力側に約1.0 [kW]大きくなる。