

パッケージエアコン設置室における室内気流場の CFD 解析手法に関する研究 (その 3) パッケージエアコン非等温吹出し気流解析における最適 P.V. 面位置の検討

正会員 ○田中佑亮 *¹ 同 山中俊夫 *² 同 小林知広 *³ 同 袁継輝 *⁴ 同 崔ナレ *⁵

4. 環境工学— 12. 空気流動基礎— g. 吹出し気流・熱上昇流等のモデリング

パッケージエアコン 吹出し気流 熱式風速計 超音波風速計 P.V. 法

1. はじめに

快適な室内環境の実現には空調吹出し口からの一次気流が大きく影響する為、空調機器の吹出し気流性状の予測が不可欠である。現在日本の建物にパッケージエアコン(以下 PAC と略す)が導入されている。PAC 吹出し気流を正確に再現できるモデルは様々提案されているが確立されていない。よって本研究では、P.V. 法を用いた解析時間の短縮、解析結果の精度向上を両立する簡易的な気流モデルの提案を目的とする。本報では P.V. 面の決定を目的とし 4 方向吹出し PAC を対象とする等温・非等温条件での吹出し気流風量及び風速分布の測定実験の結果を報告する。

2. 熱式風速計温度特性検証実験

2.1 実験概要

PAC 吹出し風量測定に用いた熱式風速計(レンジ: 0 ~ 30.0m/s、指向性)が有する、測定気流の温度に対し指示値が変化する特性の検証実験を行った。大阪大学の実験室で実験を行った。一定の風量を吐出し続けるファンに風量を測定する為の超音波流量計と風量を調節する為のダンパーを金属ダクトで接続した機器を構成した。送風機の吸込み口にドライヤーを 2 台設置し吹出し気流温度を調節できる。実験方法はファンを稼働させ吹出し口における熱式風速計の指示値が約 7m/s(条件 A,a、条件 A,b)又は約 3m/s(条件 B)程度となる様ダンパーを調整する。吹出し気流温度を熱式風速計で確認し、概ね定常状態を確認し、超音波流量計で風量測定・熱式風速計での吹出し風速測定を同時に行う。風速の測定は測定周波数が 1Hz、測定時間が 30s の平均値を測定し、各吹出し気流温度に対し 5 回繰り返し行う。次にドライヤーで気流温度を上昇し、目的の温度に到達、定常状態になる様に調整を行い先程同様に超

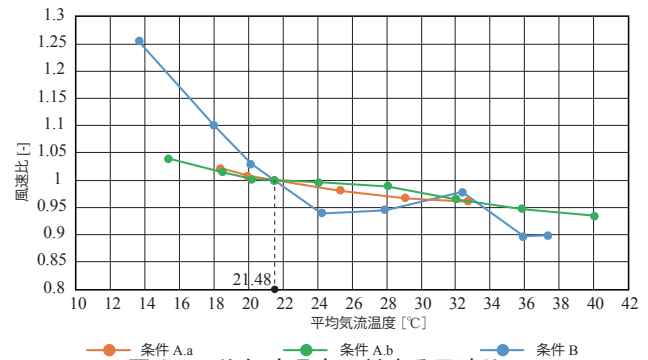


図 1 平均気流温度に対する風速比

音波流量計で流量測定・熱式風速計で吹出し風速測定を行う。この手順を検証する気流温度毎に行った。

2.2 実験結果

ダクト吹出し風量で基準化する為に風量の平均値を用い測定風速の補正を行い、各条件の熱式風速計の測定結果よりそれぞれある気流温度を基準とする気流温度に対する熱式風速計が指示する風速の比を算出する。気流温度が 21.48°C の点で熱式風速計が指示する風速の比が 1 となる様各条件時の風速比を補正し重ね合わせた結果を図 1 に示す。ここで 21.48°C は第 4 章で述べる実験における PAC 送風条件の平均吹出し気流温度である。実験結果は実際同じ風速で温度が異なる気流に対して、測定する気流の温度が高くなるにつれ指示値が相対的に小さくなる傾向が見られた。条件 A,a、A,b の結果と条件 B の結果を比較すると条件 A,a、A,b より条件 B の方が低温領域で指示する風速の比が比較的大きくなる特徴が見られた。本研究では条件 B での実験結果を採用し、第 4 章の結果の補正を行う。

3. 実験室概要

本報では 4 方向吹出し PAC を対象とする等温・非等温条件での吹出し気流風量及び風速分布の測定実験を行う。実験は大阪大学内の PAC を 2 台有する室で行った。室の平面図、天井伏図及び立面図を図 2 に示す。本実験室は既往研究¹⁾で実験を行った

CFD Analysis on Airflow in Room with Packaged Air-conditioner

(Part3) Optimal Height of P.V. Horizontal Surface for Analysis on Non-isothermal Airflow with Packaged Air-conditioner

TANAKA Yusuke, YAMANAKA Toshio, KOBAYASHI Tomohiro, YUAN Jihui, CHOI Narae

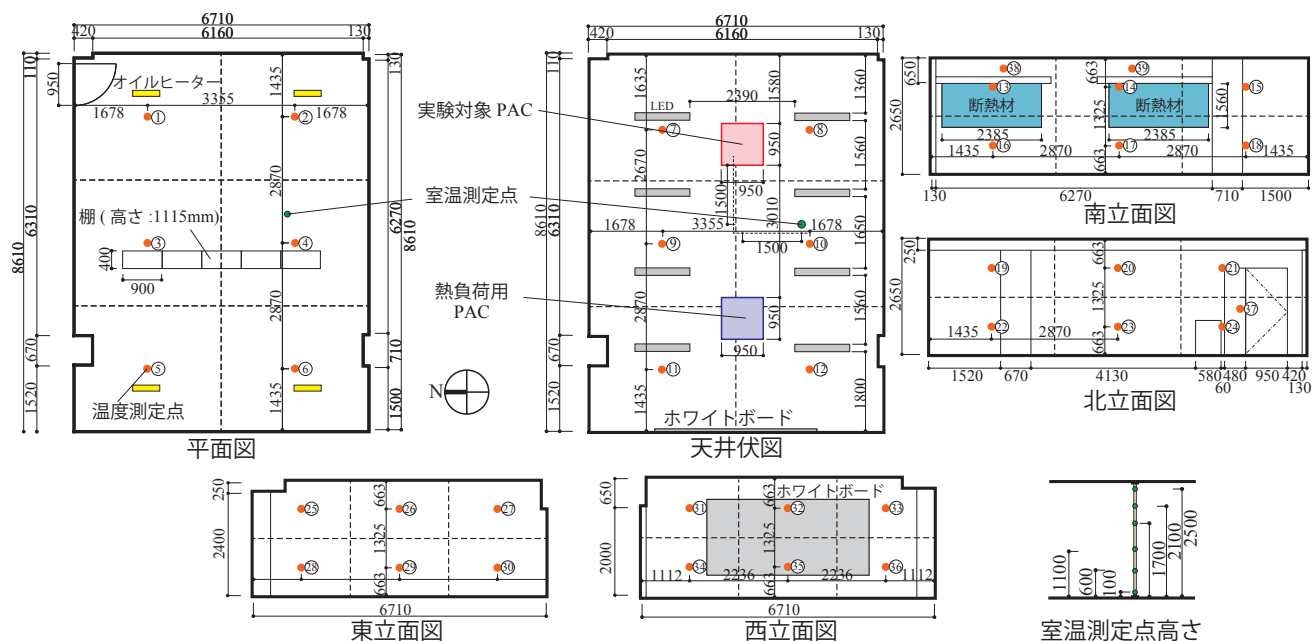


表1 実験対象パッケージエアコンの仕様

運転モード	送風・冷房・暖房・自動
風量	強・中・弱・静
風向モード	モード1～モード5・スイング

室と同様で対象とする PAC も同様である。本実験では東側に設置されている PAC の西側吹出し口を測定する。PAC の仕様を表 1 に、既往研究¹⁾より明らかな対象 PAC の風向と風向の呼称を図 3 に示す。実験室の床・天井・壁面には図 2 中の橙色の点で示す位置に T 型熱電対を設置、また緑色の点で示す位置に室内鉛直温度分布を測定する為に T 型熱電対を設置し第 5 章の実験中に同時に温度測定を行っている。PAC 吸込み口と北側吹出し口には温湿度計を設置し第 4 章・第 5 章の実験中同時に測定する。

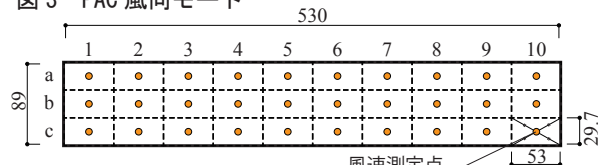
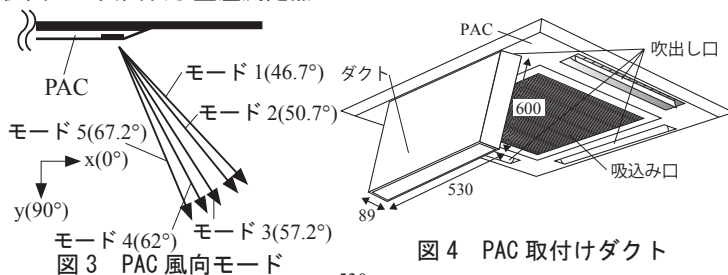


図5 風量測定実験における風速測定点
表2 実験条件

送風	風量設定	強
	設定温度	—
	室内負荷	—
冷房	風量設定	強
	設定温度	24℃
	室内負荷	熱負荷用 PAC (暖房・28℃・弱)
		オイルヒーター (500W)×4
暖房	風量設定	強
	設定温度	24℃
	室内負荷	熱負荷用 PAC (冷房・19℃・弱)

実験条件を表 2 に示す。

4.2 実験結果

実験結果を表3、表4に示す。表3は運転条件・風向モード毎の熱式風速計の温度特性を考慮しない測定結果である。結果を風向モード間で比較すると値のばらつきは見られるものの有意な傾向は見られなかった。表4の δ は測定機器の温度特性を考慮したPAC運転条件間の風量比であり、実験対象PAC

表 4 PAC 送風条件を基準とした補正平均風量比

	吹出し平均温度 $\bar{t}$ [°C]	温度特性による風速比 γ_T	平均風量 Q [m³/h]	補正平均風量 Q' [m³/h]	補正平均風量比 δ
送風	21.5	1.0	417.7	417.7	1.0
冷房	15.2	1.2	386.2	322.2	0.8
暖房	35.2	0.9	446.0	488.0	1.2

表 3 吹出し風量測定実験結果（温度特性補正なし）

風向	PAC 吹出し風量 [m³/h]		
	送風	冷房	暖房
モード1	419.3	375.4	433.7
モード2	425.1	372.1	439.8
モード3	419.3	404.2	451.8
モード4	407.9	379.9	449.9
モード5	417.0	399.4	454.5
平均値	417.8	386.2	445.9

表 5 PAC 吹出し・吸込み気流温度時間平均値

風向 モード	送風 [°C]		冷房 [°C]		暖房 [°C]	
	吹出し	吸込み	吹出し	吸込み	吹出し	吸込み
モード1	25.8	25.8	14.8	24.5	42.2	24.5
モード2	25.4	25.5	13.2	24.4	39.8	24.8
モード3	26.6	26.4	13.2	24.0	39.6	24.8
モード4	-	-	14.2	26.0	39.5	24.6
モード5	27.0	26.9	14.0	26.0	40.4	24.2

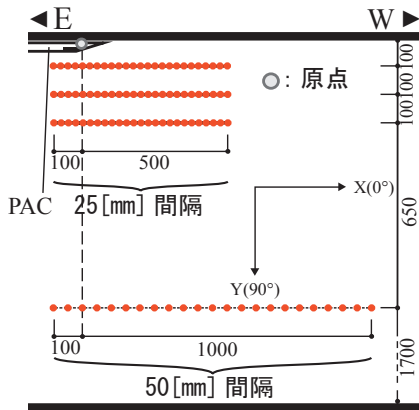


図 6 風速測定点位置

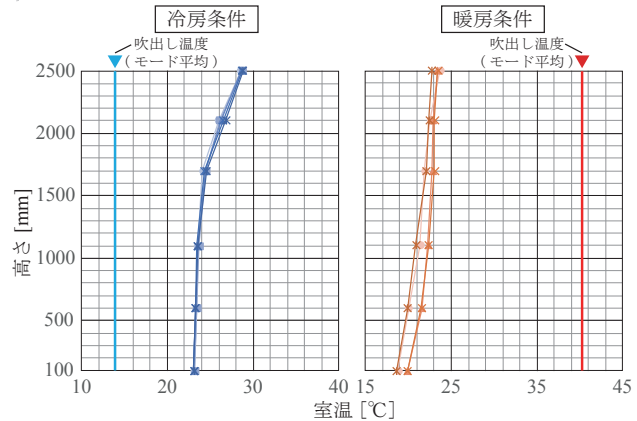


図 7 室内鉛直温度分布と PAC 吹出し気流温度

の吹出し風量は、「強」の風量設定で送風条件を基準として冷房条件では約 23% 減少し暖房条件では約 17% 増加する結果となった。

5. PAC 吹出し気流風速分布測定

5.1 実験概要

本実験は最適な P.V. 面位置の検討を行う際に必要な PAC 吹出し気流風速分布を獲得する為に行った。本実験も実験対象 PAC 西側吹出し口を対象に行った。PAC 吹出し口の図芯を通り実験室を東西に分断する鉛直断面上の風速測定点（図 6）にて超音波風速計（レンジ：0～10m/s、精度：±(3%reading+0.05m/s)）を用い三次元方向の風速を測定する。測定周波数は 10Hz、測定時間は 60s/点である。実験条件は第 4 章の実験と同様である（表 2）。

5.2 実験結果

実験結果と考察を示す。PAC の吹出し・吸込み気流温度は表 5 の値である事が分かった。冷房・暖房条件の室内鉛直温度分布と PAC 吹出し温度は図 7 に示す関係となった。図 8、図 9 に風速ベクトル図を示す。送風条件の風速ベクトルは両ベクトル図に同じ測定結果を示す。表 6 に風速の x 成分・y 成分・スカラー量を示す。図 8、図 9、表 6 は PAC 吹

出し風量の違いを考慮する為に測定値に第 3 章の結果を用い、PAC が同じ風量を吹出したと仮定した場合の風速へ補正をする為、測定値を δ で除した結果を示す。図 8、図 9 から全条件で風速ベクトルは $y=100$ [mm] の位置で比較的一致する傾向が見られる。表 6 から同様の考察ができる。以上より送風・冷房・暖房条件での風速が風向モード毎に最も一致するのは $y=100$ [mm] の位置であり、この位置が本研究での最適 P.V. 面位置と考えられる結論となった。

6. おわりに

本報では P.V. 法を用いたパッケージエアコン吹出し気流の CFD 簡易再現手法を目的とし最適な P.V. 面位置の検討を行った。次報では P.V. 面位置を天井からの高さ 100mm として CFD 解析を行い、解析結果の比較及び精度の検証を行う。

謝辞

本研究は三菱電機（株）との共同研究によるものであり、ご協力頂きました関係者各位に深く感謝を申し上げます。また本研究の遂行にあたり多大なご尽力を頂いた安田智一氏（当時大阪大学大学院生）に深謝致します。

参考文献

1) 安田智一、山中俊夫、小林知広、崔 ナレ：時変動するエアコン吹出し気流の CFD 解析手法に関する研究（その 5）X 型プローブによる 4 方向吹き出し PAC からの気流特性の把握、平成 30 年度空気調和・衛生工学会近畿支部学術研究発表会論文集、A-75、2019.03

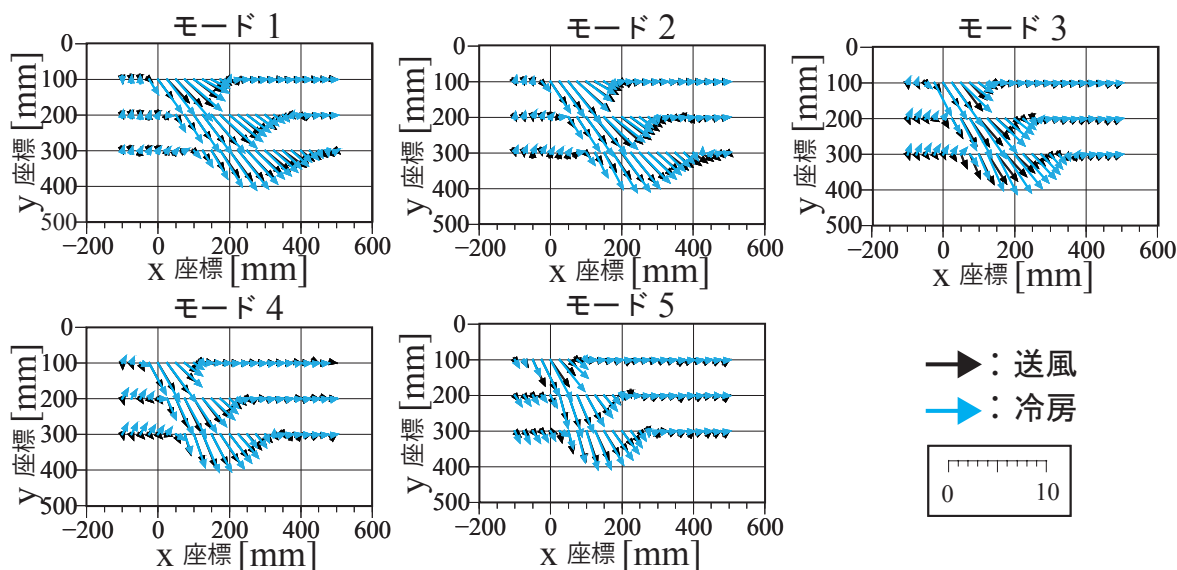


図8 送風・冷房条件の風速ベクトル図

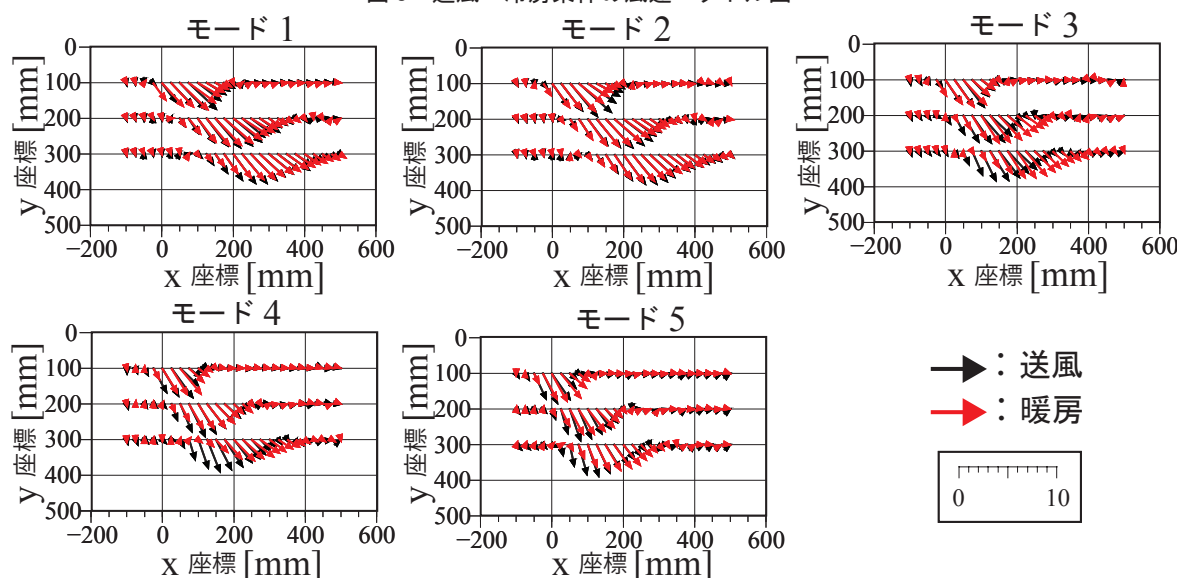


図9 送風・暖房条件の風速ベクトル図

表6 各運転条件における風速成分 (モード2)

	風速 x 成分	風速 y 成分	風速スカラー量
y=100[mm]			
y=200[mm]			
y=300[mm]			

—●— : 送風 —●— : 冷房 —●— : 暖房

*1 大阪大学工学部 学部生

*2 大阪大学 教授・博士 (工学)

*3 大阪大学 准教授・博士 (工学)

*4 豊橋技術科学大学 建築・都市システム学系 助教・博士 (学術)

*5 大阪大学 特任助教

Undergraduate Student, School of Engineering, Osaka University

Prof., Graduate School of Engineering, Osaka University, Dr.Eng.

Associate Prof., Graduate School of Engineering, Osaka University, Dr.Eng.

Assistant Prof., Department of Architecture and Civil Engineering, Toyohashi University of Technology, Ph.D.

Special Appointed Prof., Graduate School of Engineering, Osaka University