

指向性・拡散性切換可能な吹出口を用いた パーソナル空調システムの実運用を目的とした研究

建築都市デザイン学科 2280100024-3 小崎 麻莉菜
(指導教員 近本智行)

1. はじめに

オフィスの作業効率を向上させるために個人の快適性が重視され始めている。従来の拡散型空調方式では室全体の温度調節を目的としているため、個人差に対応できていない。居住者の温冷感に対応する空調方式としてパーソナル空調が挙げられる。既往研究^{文1)}では、居住者に気流感を与える指向性気流とドラフト感を抑える拡散性気流を切換可能な吹出口を用いたパーソナル空調システムを提案し、実空間を模擬した空間での CFD 解析を行い、PMV 一定制御時の温熱環境を確認した。

本研究では、実際に開発されたパーソナル空調吹出口の精度検証を行うと共に、パーソナル空調システムが次年度完成予定の立命館大学びわこくさつキャンパス理工新棟Ⅱ内に設置、運用されるにあたり、室全体への影響を CFD 解析により確認する。また、PMV 値を算出し、在来空調システムと比較・検討する。

2. パーソナル吹出口の精度検証(表 1)

幅 6m(X)、奥行 6m(Y)、天井高 3m(Z)の実験室を再現し、パーソナル空調吹出口の試作実験にて作成された気流分布図に近似するモデルを CFD により作成した。

3. 理工新棟における解析

3.1 指向性気流・拡散性気流切換型吹出口(図 1)

指向性気流は、パンカールーバを採用し吹出方向を自由に調節可能とした。夏期では人体首筋付近に送出し、冬期では足元付近に送出した。拡散性気流はドラフト感を抑えるため天井面から 45° の角度で送出した。指向性と拡散性は、内部モーターにより自動で切換可能である。

3.2 解析空間(図 2)

解析空間は実空間を模擬して、幅 11.8m(X)、奥行 4.5m(Y)、天井高 2.6m(Z)の空間とした。在来空調の空間にはファンコイルユニット 3 台、パーソナル空調の空間にはアネモ吹出口 1 台、パーソナル吹出口 9 台、アンビエント吹出口 2 台を設置した。

3.3 解析ケース(表 2)

空調方式は在来空調とパーソナル空調の 2 条件とし、パーソナル空調については、指向性と拡散性の吹出割合を変えた 4 条件を追加した。空調運転は、冷房と暖房の 2 条件を設定した。また、空調機の吹出温度は室内温度が夏期 28℃、冬期 22℃となるように設定した。

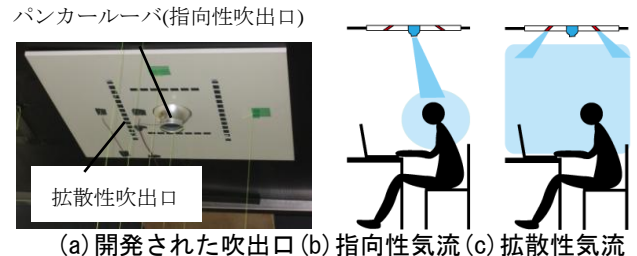


図 1 指向性・拡散性切換可能吹出口

表 1 精度検証 解析概要

解析空間	幅6m(X)×奥行6m(Y)×天井高3m(Z)
吹出流量	57m ³ /h
壁境界	対数則
乱流モデル	標準k-ε モデル(高レイノルズ)
差分スキーム	QUICK

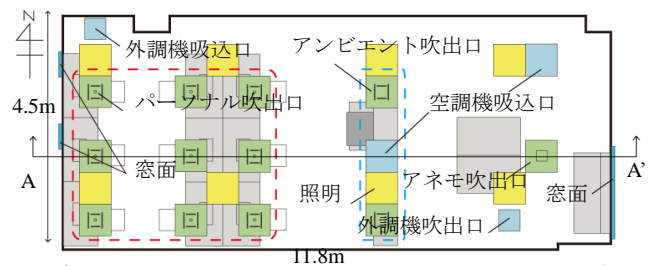


図 2 解析空間(パーソナル空調室 配置図)

表 2 解析ケース

Case	空調方式	吹出割合[台]		空調運転	吹出流量 [m ³ /h]	吹出温度 [°C]
		指向性	拡散性			
1-1	在来空調	-	-	冷房	1170	24.4
1-2		9	0			
1-3	パーソナル空調	6	3			
1-4		3	6			
1-5		0	9			
2-1	在来空調	-	-	暖房	1170	23.5
2-2		9	0			
2-3	パーソナル空調	6	3			
2-4		3	6			
2-5		0	9			

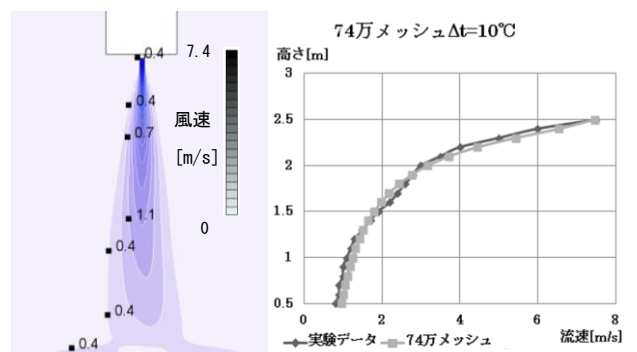


図 3 吹出口の精度検証 図 4 実験データとの比較

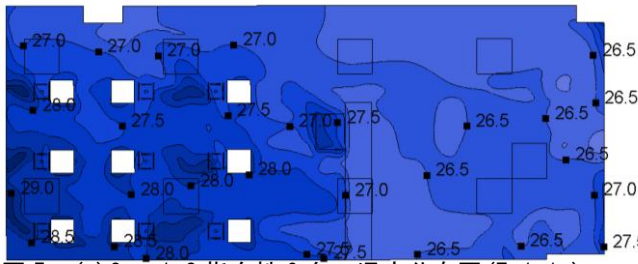
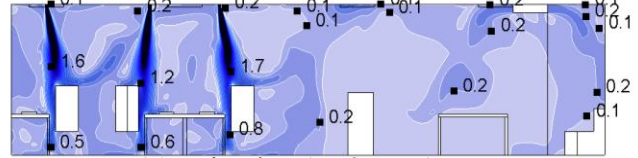


図 5 (a) Case1-2 指向性 9 台 温度分布図 (Z=1.1m)



(b) 風速分布図 (A-A' 断面)

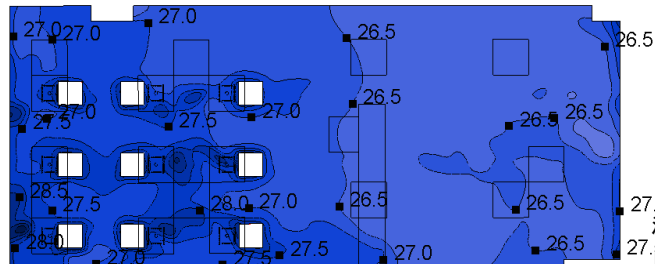
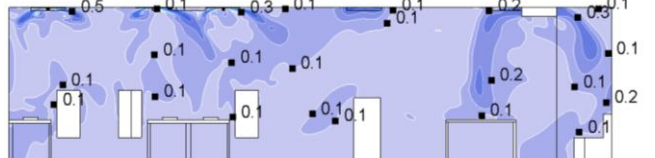


図 6 (a) Case1-5 拡散性 9 台 温度分布図 (Z=1.1m)



(b) 風速分布図 (A-A' 断面)

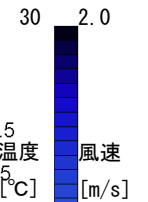
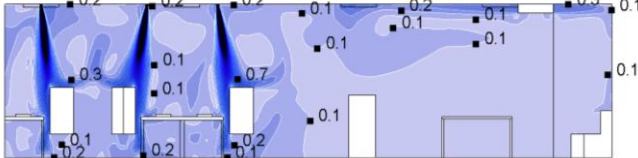


図 7 (a) Case2-2 指向性 9 台 温度分布図 (Z=0.4m)



(b) 風速分布図 (A-A' 断面)

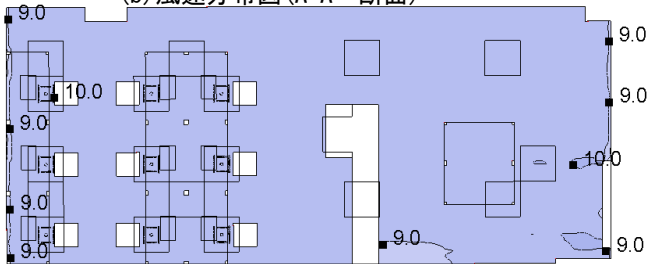
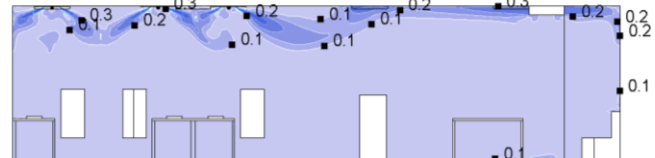
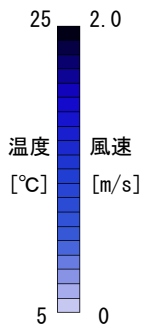


図 8 (a) Case2-5 拡散性 9 台 温度分布図 (Z=0.4m)



(b) 風速分布図 (A-A' 断面)



4. 解析結果

4.1 CFD による吹出口の精度検証結果

指向性吹出口において、着座時の人体首筋付近である 1.1m の高さにおける風速が実験データと一致するモデルを作成した(図 3)。さらに、吹出口垂直面の気流分布図も実験データと比較したところ、ほぼ一致した(図 4)。また、拡散性吹出口においても同様の結果が得られた。

4.2 理工新棟における CFD 解析結果

解析結果を図 5~8 に示す。風速に関してはパーソナル空調のケースにおいて、指向性気流と拡散性気流の効果を確認できた。温度に関しては、冬期の拡散性気流を用いたケースで、人体足元付近の温度が低い値となった。これは、拡散性気流の吹出風速が小さく、温度浮力の影響で足元付近に気流が到達しなかったためと考えられる。

5. PMV^{注1)}の算出結果(表 2)

夏期ではパーソナル空調の全てのケースにおいて平均 PMV が在来空調よりも低い値となり、涼しい温熱環境となることを確認した。冬期では、指向性気流を用いたケースでは、平均 PMV が在来空調よりも高い値となり、暖かい温熱環境であることが確認できたが、拡散性気流を用いたケースでは平均 PMV が低い値となり、効果的な暖房効果は見られなかった。

表 2 平均 PMV

Case	温度[°C]	風速[m/s]	PMV	Case	温度[°C]	風速[m/s]	PMV
1-1	27.8	0.11	+0.79	2-1	17.0	0.04	-1.29
1-2	27.5	1.16	-0.18	2-2	20.5	0.20	-0.67
1-3	27.5	0.81	+0.07	2-3	20.2	0.17	-0.69
1-4	27.5	0.42	+0.39	2-4	17.7	0.12	-1.21
1-5	27.6	0.07	+0.81	2-5	9.4	0.02	-3.14

6. まとめ

本研究では、パーソナル吹出口の精度検証及びシステムの実運用を目的とした室への影響を CFD 解析にて確認し、PMV の算出により温熱環境の把握を行った。夏期においては、指向性・拡散性共に、在来空調よりも快適な温熱環境であった。しかし、冬期では指向性の効果は確認できたが、拡散性は居住域の効果的な暖房効果は見られなかった。

注1) PMV 算出条件は以下の通り。気温：CFD 結果、相対湿度：50%、風速：CFD 結果、平均放射温度：気温と同じ、着衣量：夏期 0.5clo・冬期 1.0clo、代謝量：1.1met
PMV の算出点は夏期：人体首筋位置 (1.1m 地点)、冬期：足元付近 (0.4m 地点) とした。

参考文献

- 1) 太田他：個別分散型エアコンを用いたパーソナル空調の検討(その 3) PMV 一定制御による省エネルギー性能の評価、日本建築学会大会学術講演梗概集、D-2 ページ、2013 年