

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省エネルギー性に関する研究

建築都市デザイン学科 2280090009-7 太田 涼平
(指導教員 近本智行)

1. はじめに

従来の空調システムは、室内温度を均一に制御するため、温熱環境の感じ方の個人差に対応することが難しい。そこで、その欠点を補う空調方式として、個別分散型の空調システムが挙げられる。それらは居住者の意思による室温設定や運転・停止の操作が可能のため、居住者の好みの温熱環境を実現することが可能である。一方で、PMV一定制御による省エネルギー性の検証は十分にされていない。

そこで本研究では、指向性気流と拡散性気流の切替えが可能な吹出口^{文1)}を有するパーソナル空調システムの快適性と PMV 一定制御時の省エネルギー性を検証することを目的に CFD 解析を行う。

2. 解析概要

2.1 解析空間 (図 1、2)

解析領域は実空間を模擬して、幅 11.6m(X)、奥行 4.4m(Y)、天井高 2.8m(Z)の東面に腰窓、西面にスリット窓 (2 面) を有した空間とした。

2.2 空調負荷 (表 1)

内部負荷は人体 : 9 人、PC : 9 台、照明 : 8 灯、外皮負荷は東側と西側の壁面、窓面に日射と外気温^{注 1)}を考慮して設定した。

2.3 解析ケース (表 2)

空調方式は完全拡散を意図した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 3 条件を追加した。気象データは夏期の冷房ピーク、冬期の暖房ピークの 2 条件とした。また、室内温度が夏期 : 28℃、冬期 : 22℃となるように吹出温度を設定した。

3. 解析結果

3.1 CFD 解析結果

夏期の指向性を用いた Case1-2 において、指向性気流が人体首筋付近に到達しており、風速が 0.4m/s 程であることを確認した。(図 3) Case1-4 の拡散性の場合、Case1-2 と比べて均一的な温度分布となっており、人体付近の風速は 0.1m/s 以下であった。(図 4)

3.2 PMV^{注 2)} 算出結果 (表 4)

夏期の場合、Case1-2,1-3,1-4 は Case1-1 と比べて、人体首筋付近の温度が低く、快適な温熱環境となっていた。また、指向性気流の割合が高い程、気流感が大きいため、涼しい温熱環境となることが確認できた。

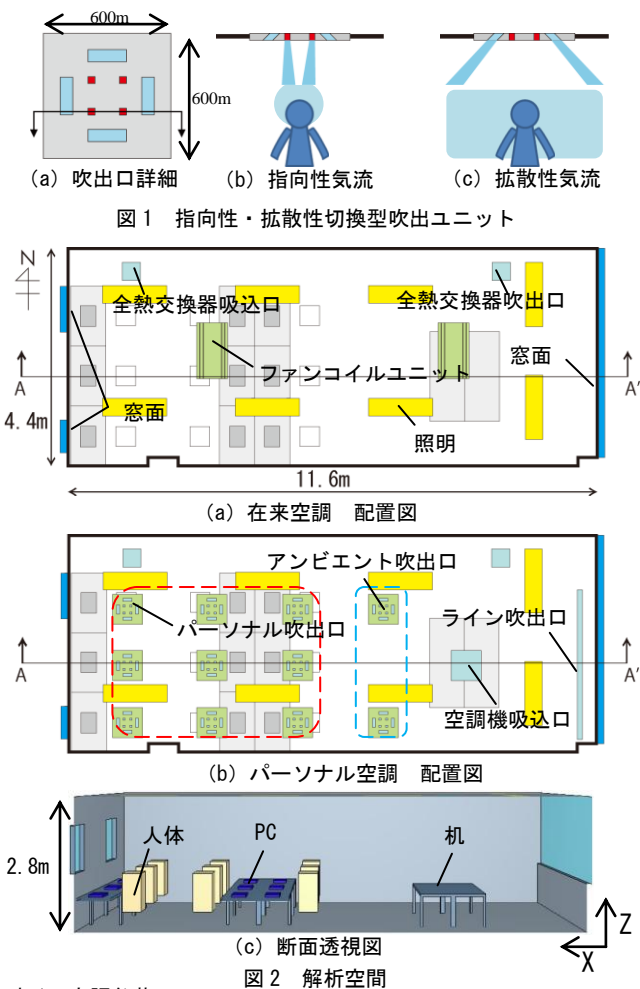


図 2 解析空間

表 1 空調負荷

気象データ	外気温 [°C]	室内負荷 [W/人(台)]			外皮負荷 [W]			
		人体	PC	照明	東壁面	東窓面	西壁面	西窓面
夏期ピーク	34.2	55	30	117	36	218	42	215
冬期ピーク	-2.4				-71	-423	-189	-92

表 2 解析ケース

Case	空調方式	吹出割合 [%]		気象データ	吹出流量 [m³/h]	吹出温度 [°C]
		指向性	拡散性			
1-1	在来空調	-	-	冷房ピーク	1195	21.82
1-2	パーソナル空調	100	0			
1-3		67	33			
1-4		0	100			
2-1	在来空調	-	-	暖房ピーク	1195	26.4
2-2	パーソナル空調	100	0			
2-3		67	33			
2-4		0	100			

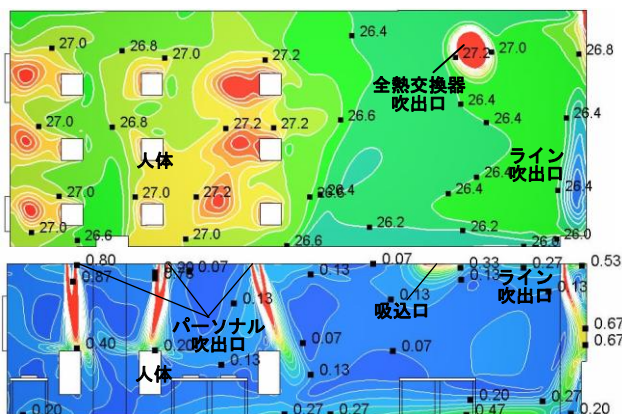


図3 Case1-2 指向性 100% 上:温度分布図、下:風速分布図 A-A'

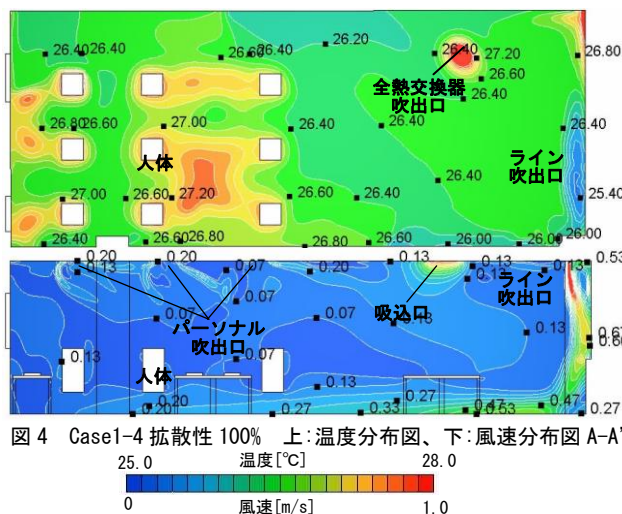


図4 Case1-4 拡散性 100% 上:温度分布図、下:風速分布図 A-A'

表4 平均PMV

Case	平均温度 [°C]	平均風速 [m/s]	平均PMV	Case	平均温度 [°C]	平均風速 [m/s]	平均PMV
1-1	27.51	0.18	+0.56	2-1	20.03	0.04	-0.55
1-2	26.7	0.42	-0.10	2-2	21.82	0.13	-0.21
1-3	26.69	0.41	-0.04	2-3	21.23	0.10	-0.34
1-4	26.89	0.08	+0.55	2-4	16.41	0.04	-1.44

冬期の場合、指向性を用いた Case2-2,2,3 では夏期と同様の効果が見られたが、Case2-4 では Case2-1 と比べて平均 PMV がマイナス値となっており、拡散性気流では居住域の効率的な暖房効果は見られなかった。これは拡散性の吹出風速が小さく、温度浮力の影響で人体付近に到達しなかったためだと考えられる。

3.3 PMV 一定制御による温度緩和 (表5)

PMV 一定制御を行い、在来空調を基準ケースとして、パーソナル空調の平均 PMV が在来空調と同じになる際の緩和温度を算出した。

夏期においては、Case1-2,1-3,1-4 は Case1-1 より温度を緩和することができており、指向性・拡散性どちらを用いた場合でも省エネルギーになると考えられる。冬期においては、Case2-2, 2-3 は温度緩和できたが、Case 2-4 では温度緩和にはならなかったため、冬期において拡散性は省エネ効果が得られない結果となった。

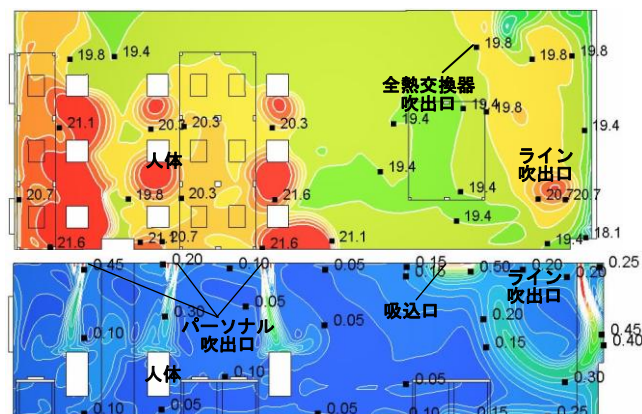


図5 Case2-2 指向性 100% 上:温度分布図、下:風速分布図 A-A'

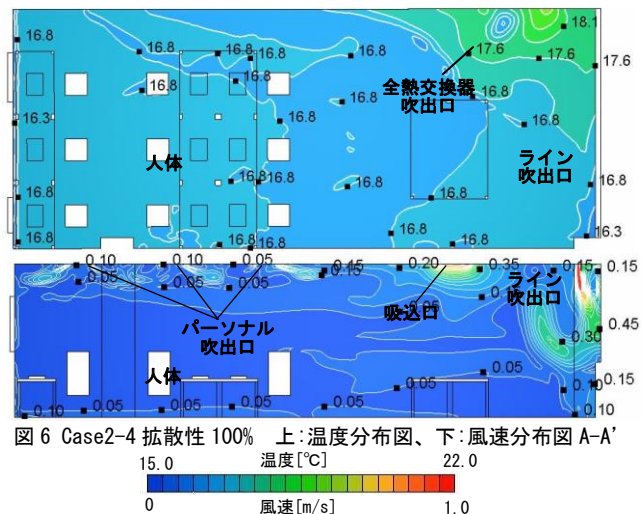


図6 Case2-4 拡散性 100% 上:温度分布図、下:風速分布図 A-A'

表5 PMV 一定制御による緩和温度

平均PMV +0.56			平均PMV -0.55		
Case	平均温度 [°C]	冷房緩和温度 [°C]	Case	平均温度 [°C]	暖房緩和温度 [°C]
1-2	28.30	+1.6	2-2	21.61	-1.35
1-3	28.17	+1.48	2-3	20.39	-0.84
1-4	26.94	+0.05	2-4	20.06	+3.65

4. まとめ

本研究では、パーソナル空調システムの快適性と PMV 一定制御による省エネルギー性の評価を行った。夏期においては、指向性・拡散性どちらを用いた場合でも、在来空調と比べて快適な温熱環境を実現でき、温度の緩和をすることも可能であった。しかし、冬期においては、指向性は効果的であったが、拡散性は居住域を効率的に温めることは出来ず、温度緩和には至らなかった。

注1) 拡張アメダスデータより大津、夏期14:00、冬期7:00の外気温を使用した。

注2) PMV 算出条件は以下の通り。気温: CFD 結果、相対湿度: 相対湿度 50%、風速: CFD 結果、平均輻射温度: 気温と同じ、着衣量: 夏季 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、冬期: 足元付近とした。

参考文献

- 1) 杉岡他: 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2)CFD 解析による快適性及び室内温熱環境の評価、日本建築学会大会学術講演梗概集、2012 年