

建築物環境衛生管理における空気調和設備等の適切な運用管理手法の研究
室内空気・熱環境に対する数値計算による事例検討

研究分担者 李 時桓 国立大学法人東海国立大学機構 名古屋大学大学院環境学研究科 准教授

研究要旨

個別空調の使用率拡大に伴い、立入検査時の難しさや運用管理手法の情報不足が課題として挙げられ、より効率的な監視指導が求められている。そこで、個別空調に関する知見を深めるために、CFD解析（数値流体解析）を利用し、オフィス空間モデルに対する空調方式の違いによる室内空間の影響についてパターン検討を行った。検討は二段階で行われ、始めに空調方式による室内環境の違いについて、現場調査を行い、数値解析の境界条件を得る。次に人体周辺（タスク域）を目標温度に維持有無と共に、アンビエント域における温度・流速環境を検討する。検討結果から、現状の空調・換気方式の使用により、室環境の制御が容易になるのか考察した。

A. 研究目的

近年、建築物の大規模化と用途の複合化により、建築物の衛生管理が複数のテナントによって行われ、中央一括管理ができないこと、省エネルギーを目的とした換気回数の減少があることが生じている。その結果、特定建築物における建築物環境衛生管理基準のうち、相対湿度、温度、二酸化炭素濃度の不適合率が上昇傾向であると言われている。要因の一つとして個別空調方式の使用が拡大してきたことも考えられるが、個別空調の管理の難しさや立入検査時の難しさが指摘されるとともに、実態調査からは、室内のムラが大きいことが指摘されている。個別空調の急速な普及に伴う運用管理手法の情報は不足している状況であり、より効率的な監視指導が求められている。

そこで、個別空調方式に特化した空気環境管理手法の確立とその管理手法に基づいた行政指導等を行う際のマニュアルの検討を最終目的とする。本研究では空調方式による室内環境の違いについて、現場調査と数値解析を行い、人体周辺（タスク域）を目標温度に維持有無に、アンビエント域における温度・流速環境を検討する。

B. 研究方法

(1) 現場調査

空調方式による室内環境の違いについて、現場調査を行う。検討対象建物はJ社事業センターとJ社研修センターであり、図1にそれぞれの建物の外観、図2に建物の内観を示す。本検討では、それぞれの建物のある事務スペースの空調・換気方式を調べ、数値解析の境界条件として活用する。



(a) J社事業センター (b) J社研修センター

図1 検討対象建物の外観



(a) J社事業センター (b) J社研修センター

図2 検討対象建物の内観

(2) 数値解析による室内空気・熱環境の評価
 検討対象である建物、J社事業センターとJ社研修センターのある事務スペースと対象とし、CFD解析による室内空気・熱環境の評価を行う。

一先ず、J社事業センター（検討モデル1）、J社研修センター（検討モデル2）解析領域をモデル化（図3、図4）する。また、B1章で行った現場調査結果を基に、それぞれの境界条件を表1、表2に纏める。両検討モデルは規模、作業人数、空調方式などが異なり、現状の空調・換気方式の使用により、室環境の制御が容易になるのか考察するのに容易である。

数値解析では、夏期（外気温度：35℃）と冬期（外気温度：0℃）に分けて行う。解析領域内の負荷としては、窓から熱取得・損失する伝熱負荷と共に、室内で発熱する座位での作業を想定した人体モデル（70W/人）とPC（200W/台）を計算条件として取り組む。換気量は30m³/(h・人)とし、全熱交換換気システムを使用することを想定する。

乱流モデルは高Re数k-εモデルを採用し、解析は定常解析（t = ∞）、メッシュ数は検討モデル1で2,000万個、検討モデル2で1,000万個を採用する。

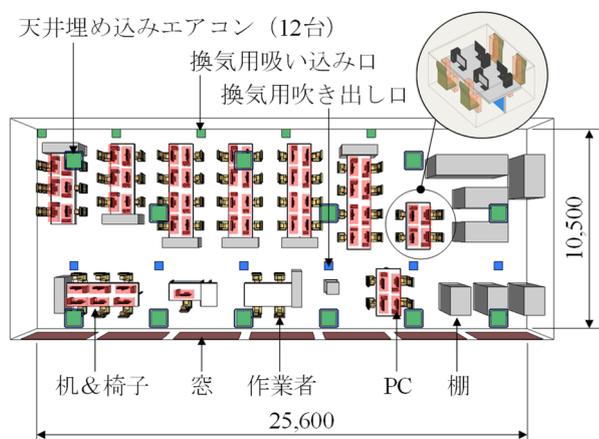


図3 検討モデル1の詳細

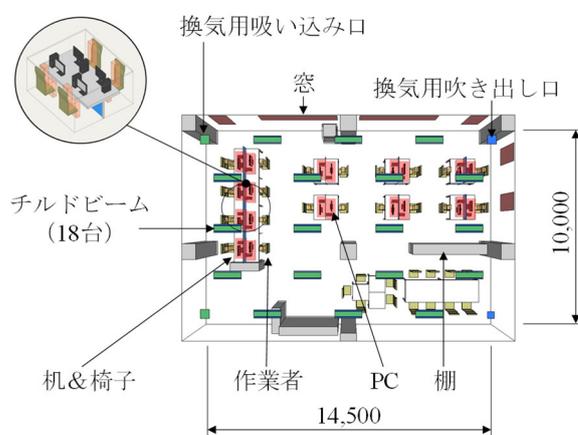


図4 検討モデル2の詳細

表1 解析条件(検討モデル1)

項目	内容
検討領域	25.6(x)×10.5(y)×2.6(z) m
時間項	定常解析 (t = ∞)
メッシュ数	20,000,000 個
エアコン (12台)	吹出口 流量：1,200 m ³ /h (1台あたり) 温度：24℃ (冬期, 夏期) 斜め吹き：60℃ (4-WAY)
	吸込口 流量：1,200 m ³ /h (1台あたり)
換気口 (6台)	流量：315 m ³ /h (1台あたり) 温度：7℃ (冬期), 28℃ (夏期)
人体 (63人)	発熱：70 W/人
PC (63台)	発熱：200 W/台
窓 (7カ所)	外気温度：0℃ (冬期), 35℃ (夏期) 熱貫流率：3.5 W/(m ² ·K)

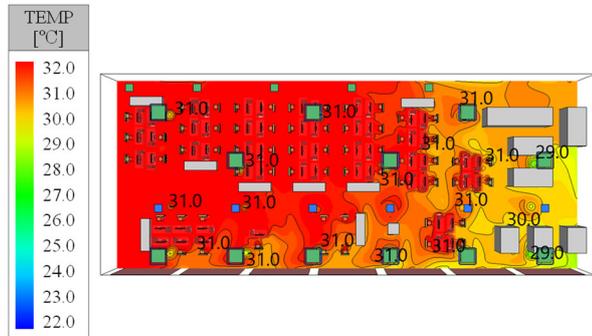
表2 解析条件(検討モデル2)

項目	内容
検討領域	14.5(x)×10.0(y)×2.7(z) m
時間項	定常解析 (t = ∞)
メッシュ数	10,000,000 個
チルドビーム (18台)	吹出口 流量：600 m ³ /h (1台あたり) 温度：24℃ (冬期, 夏期) 斜め吹き：50℃ (2-WAY)
	吸込口 流量：600 m ³ /h (1台あたり)
換気口 (2台)	流量：300 m ³ /h (1台あたり) 温度：7℃ (冬期), 28℃ (夏期)
人体 (20人)	発熱：70 W/人
PC (20台)	発熱：200 W/台
窓 (6カ所)	外気温度：0℃ (冬期), 35℃ (夏期) 熱貫流率：3.5 W/(m ² ·K)

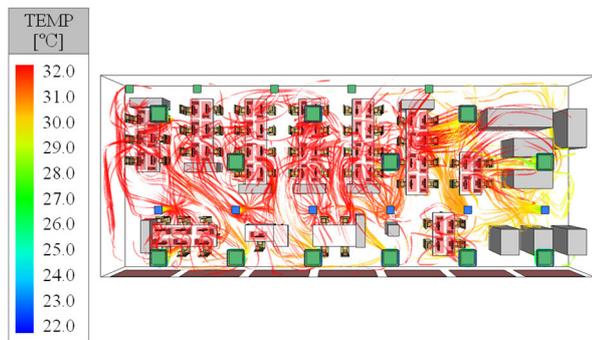
C. 研究結果

図5、図6にJ社事業センター(検討モデル1)とJ社研修センター(検討モデル2)の異なる空調方式(天井埋め込みエアコン、チルドビーム)による解析結果を示す。図に示したものは平面温

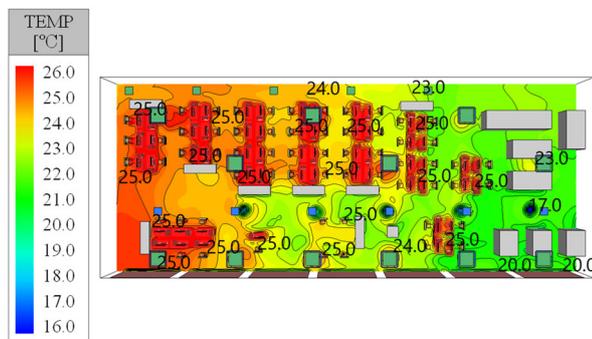
度分布($z=1.2\text{ m}$)と吹き出し口からの流線分布であり、夏期と冬期の両方の計算結果である。結果によると、人体とPCがある領域(タスク域)には設定温度(夏期 26°C 、冬期 22°C)より暑くなり、アンビエント域と異なる結果が得られた。



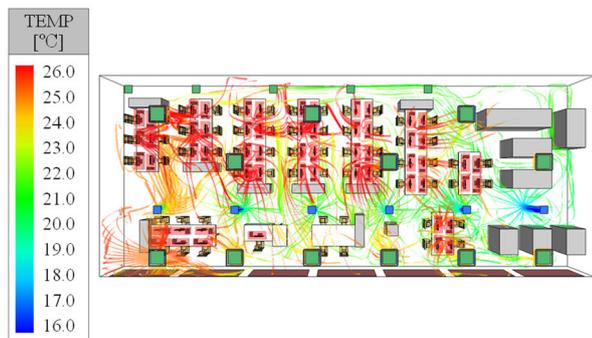
(a) 夏期 ($z=1.2\text{ m}$ 温度分布)



(b) 夏期 (流線分布)

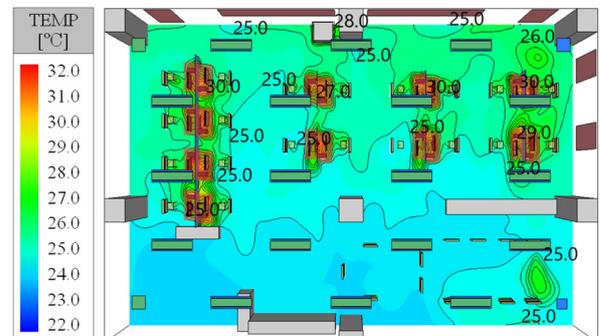


(c) 冬期 ($z=1.2\text{ m}$)

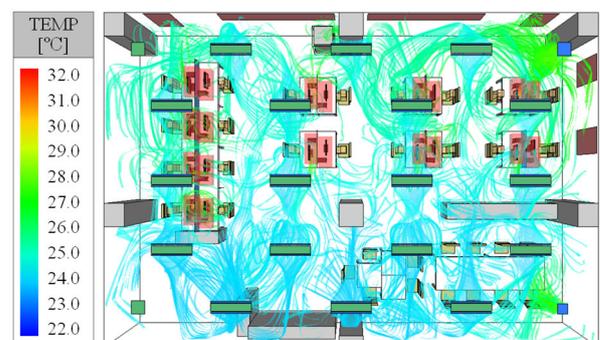


(d) 冬期 (流線分布)

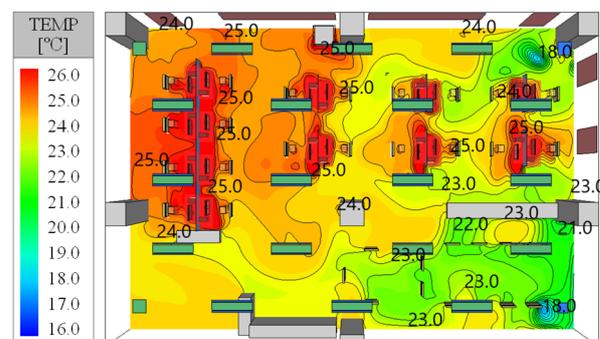
図5 検討モデル1の解析結果



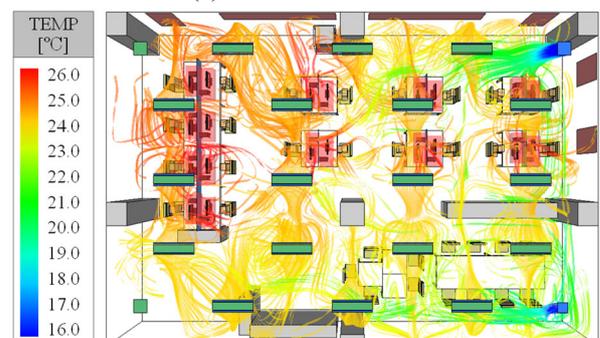
(a) 夏期 ($z=1.2\text{ m}$ 温度分布)



(b) 夏期 (流線分布)



(c) 冬期 ($z=1.2\text{ m}$)



(d) 冬期 (流線分布)

図6 検討モデル2の解析結果

特に、J 社事業センター（検討モデル 1）は設定温度より約 5~6℃、J 社研修センター（検討モデル 2）は設定温度より約 3~4℃ 程度暑くなり、空調機の吹き出し温度をもっと低く制御する必要があると考えられる。勿論、現在設置されている空調システムの空調温度、風量設定を変更することで改善される可能性もあるが、セントラル空調のみを使用した場合、吹出口からの距離が大きくなるにつれて温度が高くなる傾向も見られる。この問題に対し、個別空調などを併用することで、室内空間が均一な温度に保たれると考えられる。

D. 結論

今回の検討では、2 つの建物の業務スペースに対し、実際運用されているセントラル空調方式の稼働による室内空気・熱環境の評価を行った。セントラル空調のみでは吹出口、風向等の位置関係により温度ムラが生じてしまうが、個別空調を併用することでその問題が解消すると考えられる。

今後、作成した数値解析モデルを用い、多様な条件下における検討を続けていく予定である。

E. 研究発表

1. 論文発表

なし

2. 学会発表

なし

F. 知的財産権の出願・登録状況（予定を含む）

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし