

## 審査の結果の要旨

論文提出者氏名 朱 晟偉

本論文は、室内における人体の呼吸空気質ならびに温熱環境に関して解析を行い、その合理的な制御法を検討するための基礎的検討を行ったものである。発熱する人体はその周囲に上昇気流を生じさせる。また呼吸による呼気や咳は、人体周辺のかなりの範囲に輸送され、室内環境に少なからずの影響を与える。論文はこのような個別の人体の存在により発生した室内空気の流れに着目し、これらの流れが自分自身や室内の他の人の呼吸空気質や温熱快適性に関して、与える影響を詳細に解析するとともに、その合理的な制御を行うための基礎的な検討を行っている。論文は、特に人体の温熱環境に対する自身の生理的、心理的適応性の構造を解析することにより、快適性を損なうことなく、温熱環境調節のためのエネルギー使用を削減する人体周辺の温熱環境の調整法を検討している。この検討結果は、スポット型パ・ソナル空調のアダプティブ制御方式として具体的な適用方法も提案されている。論文は個別の人体の存在により発生する室内空気の流れの一環として、従来、あまり検討されていなかった咳による室内の物質拡散に注目し、実験的検討とCFD(Computational Fluid Dynamics: 数値流体力学)による解析手法を用いて、咳の室内空気質への関与や他の在室者への影響を検討している。

本論文は以下のように構成されている。

序章は、本研究の背景と目的を述べている。近年、省エネルギー性と快適性の両立を目指し、室内の温熱空気環境は室内を一様に環境制御する方法から必要な部分、時間に集中して制御する傾向にあることを述べている。すなわち室内において、種々の物理環境要素の不均一な性状を許し、更に時間的にも変動を許すため、このような不均一、変動する温熱空気環境に適用できる温熱快適指標や空気質評価手法の開発が急務の課題となることを述べ、本研究の背景と目的としている。また、序章では論文の構成を示している。

第1章から第3章までは本研究に関わる基礎理論と既往の研究に関して解説している。

第1章は、本研究の基礎となる数値シミュレーション手法に関して概説している。

第2章は、従来の換気効率指標及び人体呼吸空気質評価手法を概説している。

第3章は、既往の人体の温熱快適性に関する研究を概説している。ここで、本研究に用いられたSMITHモデルの詳細を説明し、またアダプティブモデルとアダプティブ空調システム概念を示している。

第4章と第5章は、静穏環境における人体の呼吸空気質を検討している。

第4章は、定常吸気の仮定に基づく吸気勢力範囲の解析手法を提案している。また、実験と数値解析により安静状態の立位人体の呼吸現象を解明した上でその吸気勢力範囲を検討している。

第5章は、被験者実験と数値解析により、咳による物質伝搬特性を解明している。この上で、

咳が室内空気質汚染への関与及び他の在室者への影響を考察し、咳によるウィルスの空気感染や飛沫感染及びその予防対策を検討している。第4章、第5章は、本論文の目的である室内における呼吸や咳という局所的な現象による室内の不均一な汚染拡散を予測し、その対策を練るための基礎となる成果となっている。

第6章と第7章は、前後不均一放射環境における人体の温熱快適性を検討している。

第6章は、被験者実験により、気温が28℃の均一放射環境・各前後不均一放射環境における人体の生理・心理応答を観測した結果を示している。

第7章では、対流・放射・SMITHモデルの連成解析手法を提案している。またこの連成解析手法を用い、第6章における各実験条件における人体の部位別温熱性状を詳細に解析している。この人体各部位皮膚温分布の解析値と実験値の比較により連成解析手法の予測精度を検証している。これは、本論文の主要な研究目的である不均一、変動する温熱環境における人体の温熱環境評価を行う具体的な手法の提案と検証となっている。

第8章は、第6章、第7章の成果を具体的に適用するため、スポット型パ・ソナル空調を用いた場合の人体の温熱適応性を検討している。被験者実験を行い信頼性を確保しつつ、各パ・ソナル空調条件下で人体の温熱環境評価を測定し、スポット型パ・ソナル空調の温熱緩和効果や人体の温熱適応能力の特徴を考察している。特に時間的な変動に着目し、人体の温熱環境の変動に対する移行経過を特徴づける緩和時間を定義し、これを測定している。

第9章は、上記、緩和時間に基づく2段階制御方式をスポット型パ・ソナル空調のアダプティブ制御方式として提案している。

最後に、第10章では、本論文をまとめ、今後の課題を示している。

以上を要約するに、本論文は人間の生理・心理と周辺の微細な物理的温熱空気環境の関係を明らかにし、人体の呼吸空気質管理のための吸気勢力範囲、不均一な室内における人体の温熱環境評価のための部位別温熱性状と温熱環境の時間的変動に対応する適応能力を解析・検討する手法を提案している。これらの成果は、スポット型パ・ソナル空調のアダプティブ制御手法の提案に示されるように、新たな空調システムや空調システムの制御手法の開発に有用なものとなる。また室内人体からの咳による汚染飛散の伝搬性状の解明は、室内の咳によるウィルス感染の具体的な予防対策の作成に有用なものとなる。これらの成果は、建築環境工学の発展に寄与するところが大きい。

よって、本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。