

## 論文の内容の要旨

論文題目 呼吸空気質改善のための人体周辺微気象解析

氏名 永野 秀明

本論文は、人体の健康増進のために呼吸空気質を改善することを目的に、人体近傍の気流性状、汚染質拡散を解析し、またその特性から効果的な呼吸空気質改善効果を提案するものである。

人体の肺胞におけるガス交換によって直接的に血液に取り込まれる呼吸空気は、人体に有害な物質が含まれていた場合、深刻な健康リスクとなる可能性がある。建築室内においては空調設備機器によって室内空気を制御し一定の空気質を保つのであるが、この時室内空気は温度や汚染質濃度などの勾配を持たないという完全混合が前提となっている。したがって、空調機は室中央などにおける代表温度・代表濃度を対象に、これらが目標値に達するよう運転される。しかし人体近傍では人体からの発熱やそれに伴う熱上昇流や自身の身体活動により複雑な気流が形成され、温度勾配が生じている。またその複雑な気流の内部において汚染質が発生する場合、汚染質濃度においても勾配が生じることとなる。人体が呼吸によって体内に取り入れる空気はこの人体近傍の空気であるため、室内の代表的な空気質と人体の呼吸空気質は大きく異なると考えられる。

そこで本研究では、人体の呼吸空気質を効果的に改善することを最終目的として、人体近傍での汚染質の混合・拡散を検討し、また具体的な呼吸空気質改善手法を提案するとともにその改善効果を評価した。

本論文は、本章を含めた全 8 章で構成される。

第 1 章では、本論文の研究背景として、人体の呼吸活動の性質と空調機の役割、同時に設備機器が目指すべき省エネルギー性などに触れ、汚染源の特性把握や混合特性を検討することを通じて呼吸空気質改善手法を模索するという本研究の目的を述べた。

第 2 章では、本研究で用いた実験手法及び数値シミュレーション手法について概説した。用いた測定機器の測定原理及び仕様について述べ、本研究で用いることの正当性を示した。シミュレーションについては現在までに検討されてきた数値解析手法を用い、また人体体温調節の概要とその再現モデルについて述べた。

さらに、本研究に関わる既存のシステムや既往の研究事例について概説した。従来の完全混合換気方式に対する置換換気方式の特徴や、タスク・アンビエント空調方式の定義、パーソナル空調の特徴について述べた。

第 3 章では、人体周辺の熱上昇流が重要となる置換換気方式によって換気される室内における立位人体周辺気流性状を数値シミュレーションにより検討した。梁らによって過去に行われた実験データと比較し、人体表面の発熱固定条件と Fanger の熱的中立方程式条件においては周辺の気流性状に大きな違いはないことを示した。

第4章では、建築室内よりも狭小であるがゆえに空間全域が人体周辺となる車内空間を対象に、足元から空調空気が吹き出すフットモード方式によって換気される車内で汚染質が発生した場合の呼吸空気質と換気による給気・排気性状を実験により検討した。

続いて第5章では、汚染質発生源がさらに人体直近となった場合を想定し、人体が携行する身の回り品から汚染質が発生する場合の拡散性状と呼吸空気質を実験により検討した。人体近傍から汚染ガスが発生する場合、呼吸域が近いことから呼吸空気質は発生源の形状や発生方向に大きく影響され、下流ほどその影響は小さくなることが示された。携帯電話の場合、排出ガスの排気方向などによって健康リスクが大きく左右されることがわかった。

第4・5章での汚染質発生条件と呼吸空気質の検討結果を受けて第6章では、汚染質ではなく清浄空気を人体直近から供給することを提案し、人体装着型（ウェアラブル）の空気清浄機を考案した。そして本清浄機による呼吸空気質改善効果をCFD解析により検討した。その結果、本清浄機により呼吸空気質を改善できることがわかった。

第7章では、第5章における汚染質の拡散・混合の検討から着想を得、第6章の検討手法において吹き出す清浄空気を効率的に呼吸域へ到達させることを考え、混合を低減することで効果的に清浄空気を搬送することが可能な二重吹出気流を用いた机設置型パーソナル空調を提案し、トレーサガス実験により呼吸空気質改善効果を検討した。その結果から、吹出空気の混合・拡散を低減するために等風速の還気を吹き出す手法の効果が確認された。

第8章では、まとめとして本研究の成果と、今後の研究課題を示した。