

氏 名	もり 森 いく 郁 え 恵
学位の種類	博 士 (工 学)
学位記番号	工 博 第 2380 号
学位授与の日付	平 成 16 年 3 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 1 項 該 当
研究科・専攻	工 学 研 究 科 生 活 空 間 学 専 攻
学位論文題目	非定常状態における生理的・心理的な温熱環境評価に関する研究

論文調査委員 (主 査) 教 授 鉾 井 修 一 教 授 田 中 哮 義 教 授 高 橋 大 武

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、温熱環境に対する温度受容や体温調節に関わる生理応答、温冷感や快適感などの心理応答の非定常性状を把握し、それらの関係から非定常時にも適用し得る温冷感予測モデルを構築することにより、建築温熱環境評価手法の確立を目指したものであり、以下の8章からなっている。

第1章は序論であり、温熱環境に対する非定常の生理・心理応答、温冷感予測に関する既往研究についてレビューし、本研究の背景と目的、研究の方法と全体の構成を示している。本論文では、人体周辺の温熱環境として、空調制御を行う場合に通常前提としている全身一様な場合と、人体の一部位のみを冷却する非一様な場合を対象としている。

第2章では、博物館において実施した温熱環境実測および来館者を対象としたアンケート調査から、日常的な空間移動による人の温冷感の非定常性とそれに影響する要因について検討した。その結果から、入館前の外気温、交通手段に依存する運動状態などの物理的、生理的要因の違いが、博物館入館後の温冷感およびその変化性状に及ぼす影響を明らかにした。

第3章では、全身一様な場合の温熱環境に対する非定常な生理応答、心理応答を把握し、次章の温冷感予測モデル構築の基礎データを得ることを目的として被験者実験を行っている。熱的に中立な温熱環境と高温または低温な環境の間を移動する実験により、高温環境から中立環境に移動した場合には、汗の急激な蒸発により皮膚温が大きく低下したあと上昇してから一定となる、中立から低温、高温または低温から中立環境へ移動した場合の温冷感は、移動直後に最も寒い側または暑い側となったあと徐々に中立側へ変化する、などの生理・心理応答の特徴を明らかにした。

第4章では、第3章の被験者実験から得たデータを用いて、非定常状態における温冷感予測モデルの構築を行っている。温冷感を説明する変数として、温度受容に関連すると考えられる平均皮膚温および鼓膜温とそれらの時間変化率、皮膚表面からの熱流を選び、温冷感申告値を従属変数として重回帰分析を行った。その結果、皮膚表面熱流の大小、すなわち蓄熱あるいは放熱の程度に応じて状態を4つに区分し、各状態ごとに用いる重回帰式を切り替え、これら5つの生理量から非定常状態の温冷感を予測する手法を提案した。

第5章では、第4章で提案した温冷感予測手法を用いて、実測調査を行った博物館の温冷感予測を行い、申告された温冷感と比較した。定常状態を想定した従来の予測手法に比して、とくに入館してから30分程度の温冷感とその変化性状をよく再現できており、非定常温冷感予測を行うことによって、温熱環境を改善すると同時に省エネルギーが可能であることを示すものとなっている。

第6章では、高温環境において人体の一部位を冷却するという全身が一様ではない温熱環境を対象として、冷却部位による生理応答の違いについて検討した。体温調節機序として発汗調節、血流量調節および震え産熱を考慮した人体熱モデルによる生理応答の解析から、頭部を冷却した場合には他の部位を冷却した場合と比べて発汗量が少なくなり、全身からの放熱量はむしろ減少するという仮説を導いた。これと並行して足部または頭部に低温空気を送風する部位冷却実験を行い、頭部を冷却した場合に発汗量が減少し平均皮膚温の上昇幅が大きくなることを確認した。この結果は、上記の仮説を裏付けるも

のとなっている。

第7章では、部位冷却を行った場合の心理応答の特徴を明確にするとともに、温冷感予測の手法について検討を行った。足部または頭部を冷却した場合に、温冷感は冷却しない場合よりも中立に近くなるのに対して、足部冷却の場合には不快感が増大することを確認した。また、部位冷却の場合には全身一樣な場合と同じ手法による温冷感予測は難しいこと、足部を冷却した場合には足部皮膚温と、頭部を冷却した場合には平均皮膚温と温冷感との相関が高く、冷却部位によって温冷感と生理応答の対応関係が異なることを明らかにした。

第8章は結論であり、本論文で得られた成果について要約している。

論文審査の結果の要旨

本論文は、健康で快適な温熱環境の設計と制御を目的として、温度受容や体温調節に関わる生理応答と温冷感や快適感などの心理応答との関係から、非定常時にも適用し得る温冷感予測モデルを構築し、建築温熱環境評価の手法を提案するものであり、得られた主な成果は次の通りである。

1. 博物館において一般来訪者を対象としたアンケート調査および温熱環境実測を行い、実空間における温冷感の非定常性とそれに影響する要因について実態把握を行った。入館前の外気温、運動状態や着衣量などの物理的・生理的要因が、館内での温冷感およびその変化性状に及ぼす影響を明らかにした。
2. 熱的にはほぼ中立な温熱環境と高温または低温な環境間の移動に関する被験者実験を行い、全身一樣な温熱環境下における非定常時の生理・心理応答を明らかにした。すなわち、温冷感を説明する変数として、温度受容に関連すると考えられる平均皮膚温および鼓膜温とそれらの時間変化率、皮膚表面からの熱流を選び、これら5つの生理量を変数とする温冷感予測モデルを構築した。このモデルは、蓄熱あるいは放熱の程度を表す皮膚表面熱流の大小に応じて状態を区分し、非定常状態の温冷感を予測するものである。
3. 提案した温冷感予測モデルを用いて博物館における温冷感予測を行い、申告値との比較を行った。定常状態を想定した従来の予測手法と比べて温冷感の変化性状を精度よく予測できており、非定常性を考慮することにより温熱環境の改善と省エネルギーが同時に可能となることを示した。
4. 暑熱環境における効率的な冷房を目的として、人体の一部のみを冷却した場合の検討を行った。被験者実験により、頭部を冷却した場合には他の部位を冷却した場合より発汗量が少なくなり、全身からの放熱量が小さくなるという特徴を明らかにした。これは、発汗制御に対して頭部深部温が大きく関与するためであることを、温熱性発汗調節のメカニズムを組み込んだ人体熱モデルを用いた解析により明らかにした。
5. 高温環境において部位冷却を行った場合の心理応答は、全身一樣な温熱環境下におけるものと異なること、また、足部を冷却した場合には温冷感と冷却部位である足部皮膚温との相関が高いのに対して、頭部を冷却した場合には平均皮膚温との相関が高く、冷却部位によって生理・心理応答の対応関係が異なることを明らかにした。

以上、本論文は、これまで定常状態を想定して行われてきた温熱環境の設計・制御に対して、生理・心理応答の非定常性を考慮した温冷感予測モデルを構築するとともに人体熱モデルを用いて部位冷却時の生理応答を明らかにすることにより、非定常性および局所性を考慮した温熱環境評価手法の確立を目指したものであり、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、本論文は博士（工学）の学位論文として価値あるものと認める。また、平成16年2月20日、論文内容とそれに関連した事項について試問を行った結果、合格と認めた。