

室温の変動が人間の生理・心理に及ぼす影響の検討

建築都市デザイン学科 2280120020-0 亀山 大介
(指導教員 近本智行)

1. はじめに

PMVやSET*のような快適指標は定常状態を想定して評価を行っている。しかし、人々の生活に必要な空調設備は、室温の変化をセンシングや予測して制御し、サーモon/offを繰り返していることで室温変動が起きる。また、人間の許容できる温湿度範囲では空調運転を行わないゼロエネルギーバンド制御^{x1)}や、空調機を周期的に運転・停止させるパッシブリズム空調^{x2)}が存在し、省エネルギー・省コストを実現しようとしており、室温の変動を許容している。そういった空調運転のリズムが1/fゆらぎのように生体に対し快適感を与える可能性もある。したがって空調空間の温熱環境を考える上で、温度変動を考慮することは重要であると考えられる。

本研究は、室温に幅を持たせた制御を行うことで、快適性向上につなげる、これを人体心理・生理から定量的に導くことを目的とする。そこで、室温を意図的に変動させる制御をした被験者実験を行い、温度変動が人間の知覚・心理・生理に及ぼす影響を検討する。

2. 実験概要

2-1. 実験条件

本実験は9月下旬～10月上旬に、立命館大学BKC内の恒温恒湿室(図1)にて行った。被験者は健康な男子大学生4名であり、着衣量0.6clo、代謝量1.1metに統一した。

2-2. 実験方法

各caseの目標室温変動値を表1に、実験手順(例case1-1)を図2に示す。case1-0及びcase2-0は室温一定とした。被験者は実験開始前に28℃に設定されたB室で30分間安静にする。室温は実験開始20分後から変動させ、それまでの間にA室への移動、皮膚温度用の熱電対装着を行う。室温変動は、実験室外の制御盤で設定温度を変更することでを行い、上昇時、下降時共にアクティブ制御である。

2-3. アンケート申告

アンケートは主に2種類行った。

① 温冷感及び快適感申告

その瞬間の温冷感・快適感、数分前温冷感・快適感比較を申告させた。後者は2～3分前に比べ現在の温熱環境がどうかを申告させたものである。申告は図2に示す通り、実験開始後15分後と各caseの基準温度時(上昇時、下降時)、最高温度時(山部)、最低温度時(谷部)に申告させた。ただし室温一定の

caseは実験開始後15分後から10分毎に申告させた。

② 温度マッピングテスト

室温変動に対する被験者の経時的な知覚の仕方を検証するのを目的として、各caseの最後の30分間に毎分の温冷感申告及び体感により温度推移を予想させた。

2-4. 皮膚温度測定

皮膚温度はHardy-DuBoisの7点法より頭、上腕、手、足、下腿、大腿、胴と抹消部皮膚温として耳たぶ、指先の計9点を計測した。

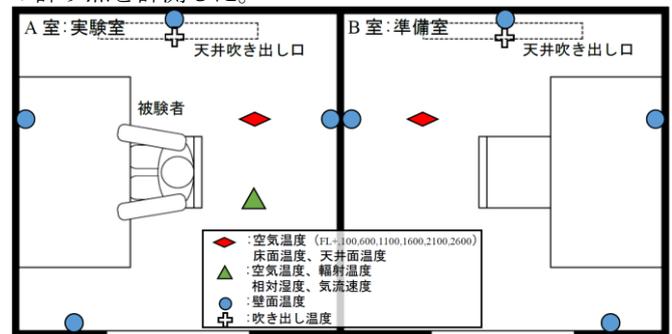


図1 実験室概要

表1 実験caseの目標室温変動値

case	基準温度	周期	温度幅(基準温度からの変動幅)
case1-0	28℃	-	-
case1-1	28℃	20分	2℃(±1℃)
case1-2	28℃	30分	3℃(±1.5℃)
case1-3	28℃	30分	2℃(±1℃)
case2-0	26℃	-	-
case2-1	26℃	20分	2℃(±1℃)

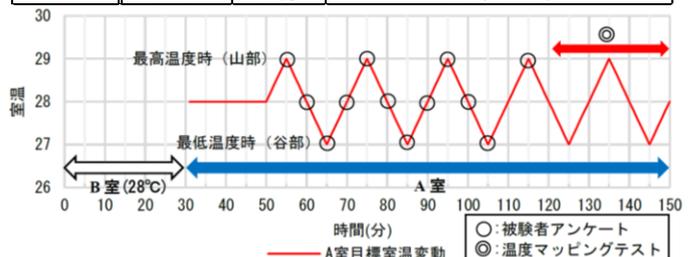


図2 実験スケジュールと申告のタイミング(例: case1-1)

3. 実験結果及び考察

図3に被験者1人分の室温変動の実測値を示す。

3-1. 人間の室温変動に対する知覚

図4より山部、谷部では知覚に時間差が見られるが、室温変動推移を的確にマッピングできていることが分かる。図5より室温一定の時と比較すると、上昇時において暑くなった側の申告の割合が増加し、下降時は寒くなった側

の申告の割合が増加していることが分かる。また、case1-2 が最も顕著にその傾向が表れている。したがって、室温変動は知覚されており、室温変化勾配や温度差が知覚の大きさに関係していると考えられる。

3-2. 温度変動が温冷感・快適感に与える影響

図6^{注1)}より室温変動と温冷感の推移が似ていることが分かる。また、山部や谷部より、その直前の上昇時や下降時においてより暑い側や寒い側の申告を得られることもあった。これは山部及び谷部で、室温変化勾配が緩やかであること、室温変動方向が変化している場合があることが影響していると考えられる。図7より室温一定の時と比較すると、上昇時は暑い側、下降時は寒い側の申告が増加していることが分かる。したがって、室温変動は温冷感に影響していると考えられ、温冷感は室温変動後を予測し先行している可能性がある。

図8より、快適感で顕著であるが、室温変動がある case は室温一定の case と比較して申告にずれがあることが分かる。また、case1-0 より温度差が大きい case1-2 ではずれが大きく、室温変化勾配が最も緩やかな case1-3 ではずれが少なくなっている。しかし、case2-1 は case2-0 より快適感が損なわれている。これは基準温度一定時における快適感の差によるものだと考えられる。case2-0 では快適・やや快適が中庸であるが、case1-0 ではやや快適・どちらでもないが中庸である。快適でない室温の時は、室温変

動をさせることによって快適感や不快感を得るが、元々が快適であった場合は室温変動によって不快感のみを得ると考えられる。

3-3. 温度変動が皮膚温に与える影響

図9より平均皮膚温は皮膚温度に依存し、室温変動に伴い変動していることが分かる。また、温度差が大きい程大きく変動した。特に耳たぶは室温変動に敏感であった。

4. まとめ

本実験では、室温変動が人間の知覚・心理・生理に及ぼす影響の検討をするために被験者実験を行った。今回行った実験では、被験者は室温変動を知覚しており、温冷感へも影響を与えていたと考えられる。室温変動の変化勾配、温度差、基準温度を変えることで、知覚、温冷感、快適感に差が見られた。皮膚温度は室温変動に伴い変動した。室温を変動させることで快適側と不快側の両方の申告が増えた。室温の上昇、下降を制御することで、室温一定時より快適にすることができると考える。

注釈・参考文献

- 注1) 同caseでも室温変動が一致しないので、各case毎に変動を平均化し、温冷感の申告時間もそれに倣った。
 文1) 佐藤孝輔ほか：ゼロカーボン建築の実現可能性に関する研究：(第3報)ゼロエネルギーバンドの設定と冷暖房負荷及び空調用エネルギー削減可能量の試算、学術講演会論文集、平成22年(1)、pp689-692、2010-8
 文2) 坊垣和明ほか：パッシブリズム空調における快適性と省エネルギーに関する研究:第1報-パッシブリズム空調が快適性に及ぼす影響に関する実験:夏季実験結果について、空気調和・衛生工学会論文集(64)、pp61-71、1997-1

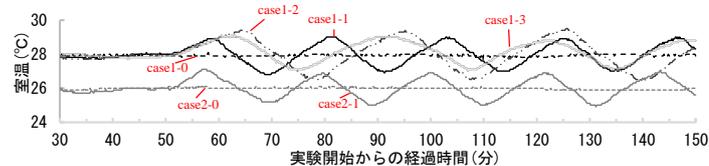


図3 被験者1人分の全 case の室温変動

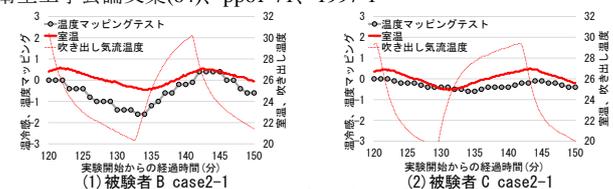


図4 温度マッピングテストの結果

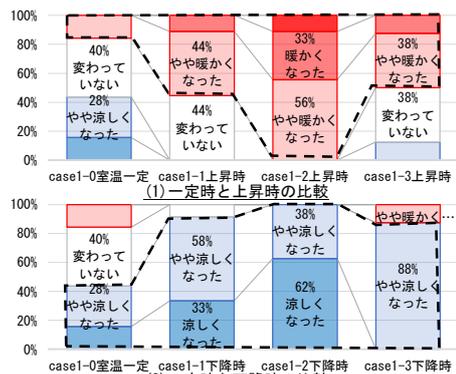


図5 28°C時の数分前温冷感比較

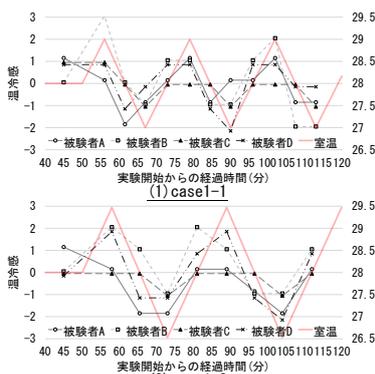


図6 温冷感申告の推移

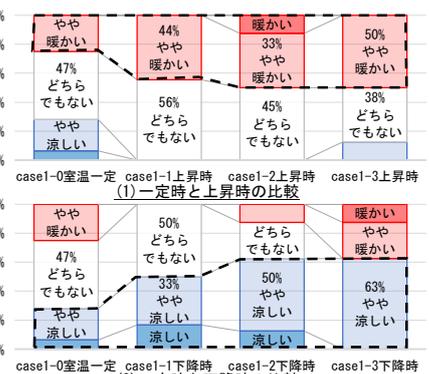


図7 28°C時の温冷感申告

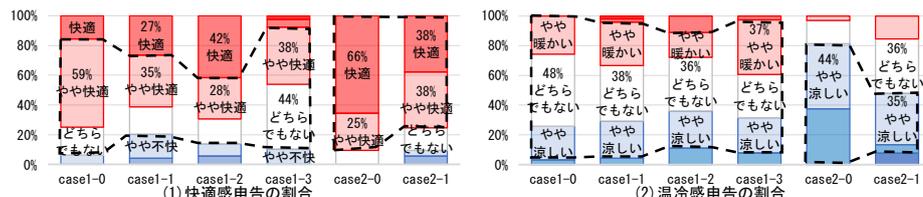


図8 各 case のアンケート申告の割合

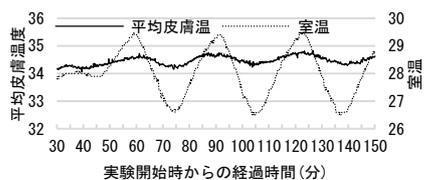


図9 平均皮膚温の推移(被験者K case1-2)