

熱的な履歴の相違が涼しさ感の発生動態に与える影響に関する研究 (その1. 実験概要と長期の熱的履歴に関する考察)

正会員 ○永井 倫人*1 同 H.B. リジャル*2
同 奥野 恭子*1 同 宿谷 昌則*3

熱的履歴 被験者実験 涼しさ感
エクセルギー 移動平均 快適感

1.研究目的 現代の多くの建物に見られる室内環境の特徴は機械・電気設備(アクティブ型技術)によってもたらされる一様性にある。例えば、冷暖房に用いられるエアコンはどのような外部環境でも目標とする温度に空気温度を調整しようとする。しかしながら、人間の体感是一年を通して恐らく一定ではない。例えば「涼しさ」知覚の発生には夏季に固有の環境因子が関係すると考えられるが、これには地域の季節変動や環境因子の時間変化も関係していると考えられる。

建築の環境は、この数十年の間に「アクティブ型技術」が中心となつてつくられるようになってきたが、これからは「パッシブ型技術」を改めて中心において「アクティブ型技術」はパッシブ型技術を支えるような型へと変更していく必要がある。人が熱環境を調整するためにとる行動は人の身体の内にある自然に応じて「アクティブ」にならなければならないはずであるが、どのような技術の型がそれを可能にするかを見出すためには人間の体感や適応がどのような性質を持つのかを明らかにしておく必要がある。

そこで、本研究では、夏季における変動する環境における熱環境物理量を測定し、それに対応する申告の関係を考察することにした。また、人が日ごろ曝されている熱環境の性状と、予め用意しておいた室内環境における申告の関係を分析することで、熱的履歴と体感の適応性について考察することを目的とした。

2.実験概要 本研究の実験は本計測と事前計測の2段階から成る。本計測は2013年8月20日・23日・26日と9月6日の計4日各10:00~12:30に東京都市大学の横浜キャンパスにある建物を利用して行なった。計測に参加してもらった19人は19~23才の学生である(男14人、女5人)。本計測の一週間前に生活アンケートに申告してもらい、事前計測として、グローブ温度計(写真1)を携帯して一週間過ごしてもらった。この事前計測は被験者が普段どのような熱環境で過ごしているかを、一週間をサンプルとして知ることを目的とした。

本計測では、19人の被験者に通風やエアコン冷房などの熱環境条件が異なる様々な教室を約1時間かけて巡ってもらった。移動した経路を図1に示す。この移動経路

は夏季に都市に生活する人が経験する環境を想定したものである。本計測の間、各教室の入室時と退出時に表1に示す温度・湿度の改変要求と寒暑感・想像温度を申告してもらい、また「涼しい」と感じた瞬間に申告スイッチ(写真2)を押してもらい、その時刻を記録した。これは涼しさ感変動する温熱環境で現れる感覚であると考えたためである。熱物理量は表2に示したものを測定した。測定器はカート(写真3)に取り付け被験者の移動とともに移動させた。また、6方向(4壁面・床・天井)の放射温度を申告時に測定した。

被験者には冷たいお茶とうちわを携帯してもらい自由に飲んだり使ったりしてもらった。その様子をビデオカメラで撮影し、お茶を飲んだ量については重量の減少分を飲んだ量として測定した。19人の被験者には、服装が半袖半ズボンの場合と長袖長ズボンの場合の両方の実験に参加してもらった。



写真1 グローブ温度計 写真2 申告スイッチ 写真3 カート

表1 申告項目

| | |
|------------|--|
| 温度・湿度の改変要求 | <input type="checkbox"/> 上げたい <input type="checkbox"/> このままでよい <input type="checkbox"/> 下げたい |
| 寒暑感 | <input type="checkbox"/> 寒い <input type="checkbox"/> やや寒い <input type="checkbox"/> どちらでもない <input type="checkbox"/> やや暑い <input type="checkbox"/> 暑い |
| 想像温度 | この部屋は今()°Cだと思ふ。 |



図1 実験時の移動経路

表2 測定した物理量と測定方法

| | |
|------------|----------------------------------|
| 気温[°C] | カート(写真3)に各計測器を取り付け実験中、移動しながら常時測定 |
| 相対湿度[%] | |
| グローブ温度[°C] | |
| 風速[m/s] | |
| 放射温度[°C] | 天井・壁など6方向を申告とほぼ同期して測定 |

3.被験者の熱的履歴と想像温度・熱環境改変要求 図2は事前計測において測定したグローブ温度の平均値と事前計測期間中の冷房環境の滞在率の関係を示す。冷房環境の滞在率とは、グローブ温度計測値が横浜市の気温より低い時間数を事前計測の全時間数で割った値の百分率である。グローブ温度平均値が高くなるほど冷房環境の滞在率が小さくなる傾向がある。これは被験者の暴露したグローブ温度平均値が高いほど冷房の暴露時間が短めであることを示すと考えられる。

図3は本計測時に被験者が申告した想像温度とそのときの室内空気温の関係について、冷房環境の滞在率50%以上の被験者(長曝露被験者)と、50%未満の被験者(短曝露被験者)に分けて、プロットしたものである。被験者は想像温度を実際の気温よりも低めに回答することが多い。冷房の長曝露被験者は短曝露被験者に比べて、気温が高くなるほど想像温度を高めに回答しているが、気温が25~28℃の範囲では両者に想像温度の違いはないことが分かる。図中に示した回帰直線の傾きは冷房の長曝露被験者の方が大きい。これは28℃を越える温度の熱環境に対して冷房の長曝露被験者が短曝露被験者に比べて「暑い」と知覚しやすいことを示していると考えられる。

図4は、冷房の長曝露被験者群と短曝露被験者群のそれぞれについて、改変要求「下げたい」申告と室内空気温の関係を度数分布として示したものである。図5は図4の結果を累積相対度数として示したものである。

空気温が25~28℃では、下げたい申告の付近までの累積に被験者群による違いはあまり見られないが、28~30℃では違っており、冷房の短曝露被験者群は長曝露被験者群よりも申告の増加率が緩やかである。短曝露被験者は、28~30℃では熱環境をある程度許容していると考えられる。

両被験者群ともに31℃付近から申告が多めになる傾向がある。これは空気温が31℃以上の熱環境になると日頃曝されている熱環境に関係なく許容するのが難しくなるのだと考えられる。

図3と図4・図5の結果を踏まえると、日頃の生活で体験する空間の熱環境(長期の熱的履歴)の相違が、人の温熱知覚に違いを生じさせていると考えられる。

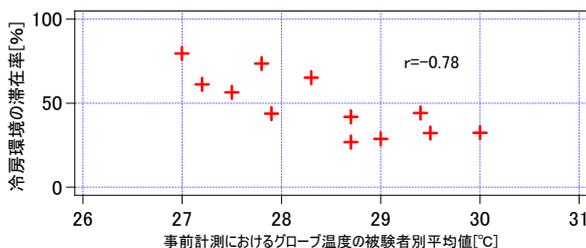


図2 被験者の熱的履歴の傾向

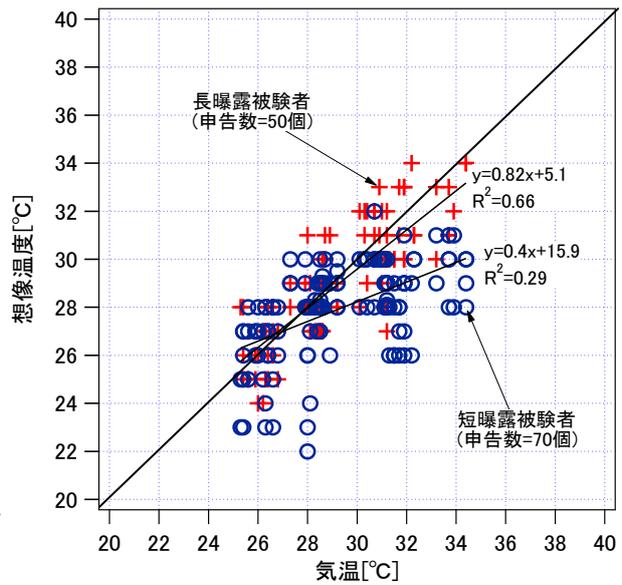


図3 被験者の傾向別の想像温度とその時の室内空気温

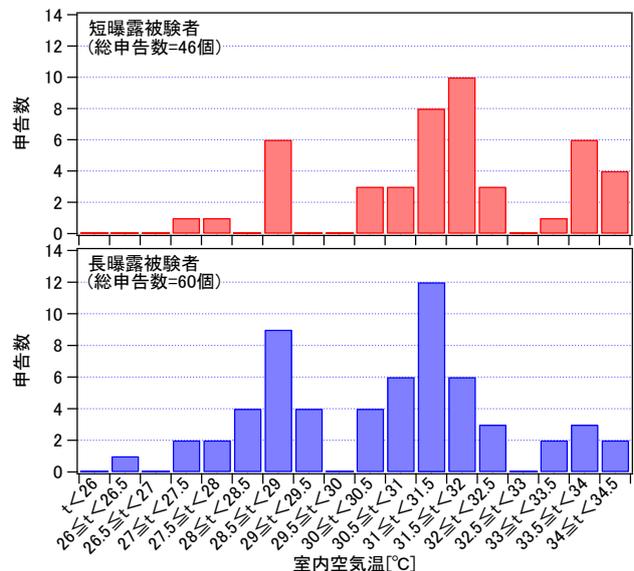


図4 被験者群別の「下げたい」申告の度数分布

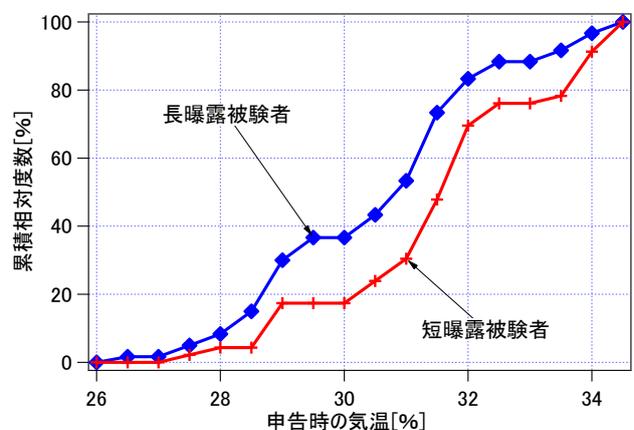


図5 「下げたい」申告の累積相対度数

*1 東京都市大学大学院 大学院生

*2 東京都市大学 准教授・博士(工学)

*3 東京都市大学 工学博士

*1 Graduate Student, Tokyo City University

*2 Assoc. Prof., Tokyo City University, Dr. Eng.

*3 Professor, Ph.D., Tokyo City University