

熱的な履歴の相違が涼しさ感の発現動態に与える影響に関する研究 (その2. 涼しさ感とエクセルギー・短期熱的履歴に関する考察)

正会員 ○奥野 恭子*1 同 H. B. リジャル*2
同 永井 倫人*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

本報では、その1. で得られた環境物理量をもとに涼しさ感の発現と室内空間で得られるエクセルギーの関係を考察するとともに、短期の熱的な履歴が温熱知覚に与える影響を考察した結果を述べる。短期の熱的な履歴とは、本実験において約1時間にわたる教室の移動中に生じた数分から数十分の熱的履歴を指す。

涼しさ感は、その1. で述べたように押しボタン式のスイッチによって申告してもらった。

4. 涼しさ感とエクセルギー 実験日ごとの涼しさ感発現回数と日平均外気温の関係を図6に示す。涼しさ感発現回数とは、涼しさ感のスイッチが押された回数の積算値である。涼しさ感は日平均外気温が32℃を越えた8月20日に最も多く140回ほど発現しており、31℃未満ではその半数未満となっている。

涼しさ感が発現した瞬間について室内空気・放射エクセルギー密度と周壁面の放射エクセルギーを計算した結果を図7に示す。室内空気・放射ともに温エクセルギーを●、冷エクセルギーを○のプロットで示してある。涼しさ感は冷エクセルギー密度・冷放射エクセルギーが大きいときに発現される傾向がある。

次に涼しさ感が発現した時の風速と放射エクセルギーの関係を図8に示す。涼しさ感は、風速が小さくても冷放射エクセルギーが大きければ発現されやすい傾向がある。その一方で、温放射エクセルギーが現れる場合は、その値が低めでしかも風速が強めでないと発現されないことが分かる。

5. 申告と熱的履歴 申告直前に曝されていた空間の違いによって、被験者の改変要求・寒暑感などの申告が影響されるか否かを調べた結果を図9に示す。通風室入室直後の寒暑感・想像温度の平均値は、申告直前の空間が冷房室であるかカフェであるかによってわずかに差が見られる。平均放射温度が高めのカフェを体験した後の通風室の寒暑感・想像温度は、平均放射温度が低めだった冷房室を体験した後よりも高めに申告されている。この時の各部屋の灰色球温度は冷房室25.7℃、通風室(冷房室後)29.4℃、カフェ32.1℃、通風室(カフェ後)29.5℃であった。2つの通風室における灰色球温度の差0.1℃

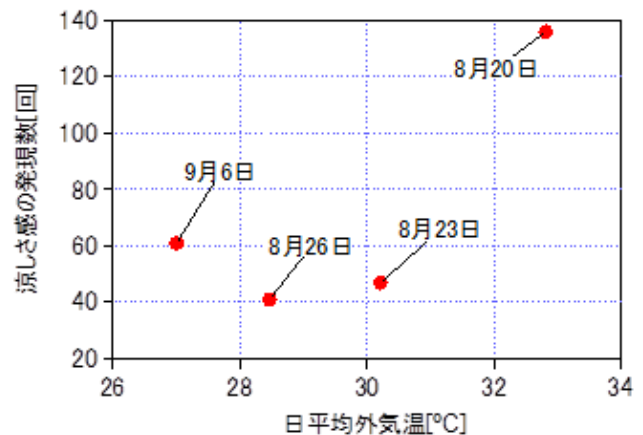


図6 涼しさ感の発現回数と日平均外気温

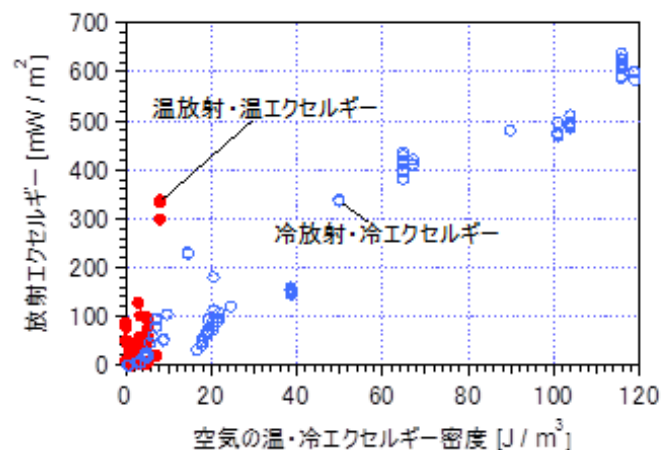


図7 涼しさ感申告があるときの
空気の熱エクセルギーと放射エクセルギー

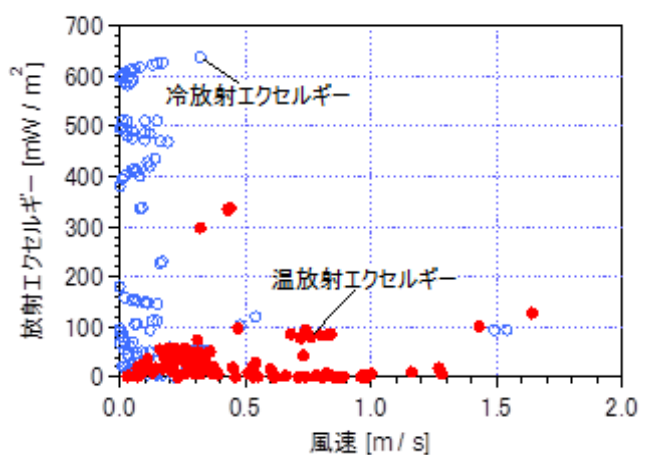


図8 涼しさ感申告があるときの風速と放射エクセルギー

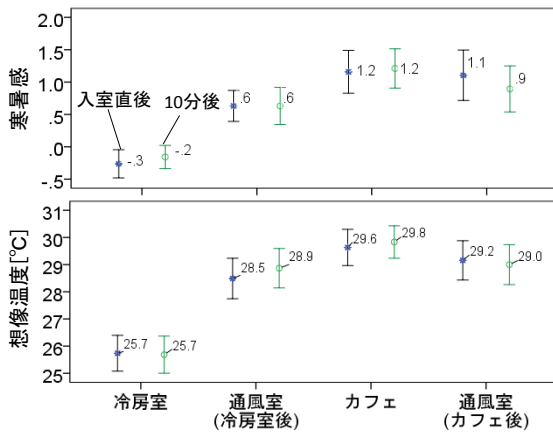


図9 場所ごとの寒暑感・想像温度

は測定誤差範囲内である。

入室 10 分後の申告では直前の空間の違いによる申告の差は小さくなり、冷房室のあとの通風室でも、カフェのあとの通風室でも、申告の平均値はほぼ等しい。短期の熱的履歴は、10 分以内に消えていると考えられる。

その 1. の結果と本報その 2. の以上の結果から、温熱知覚は、現在曝されている環境だけで決まるのではなく、過去にどのような環境に曝されていたのかにも影響されるといえる。そこで、履歴の影響を考慮するために次式(1)で時刻 n のグローブ温度の移動平均値 \bar{t}_n を計算し、その結果と温度改変要求の「下げたい」申告の関係を調べた。

$$\bar{t}_n = \alpha t_n + (1 - \alpha)\bar{t}_{n-1} \quad (1)$$

式(1)は、重み係数 α の値が大きくなるほど現在時刻 n の影響が大きくなることを意味する。本研究では 1 分前の測定値を一時刻前の値とし、 α の値を 0.25、0.5、0.75、1 とした場合の移動平均グローブ温度 \bar{t}_n と「下げたい」申告割合の関係を図 10 に示す。いずれの α でも、移動平均グローブ温度が高くなるほどに「下げたい」申告の割合が大きくなる。これらの関係にロジスティック曲線 (Logit(p) = 0.4883 \bar{t}_n - 14.379) をあてはめ、その決定係数によって相関性の強さを判断した。求められた決定係数を表 3 に示す。重み係数 $\alpha=0.5$ の場合が決定係数 $R^2=0.96$ でもっとも大きかった。これは現在のグローブ温度が 50%、過去の移動平均グローブ温度が 50% 影響することを意味する。

図 11 に $\alpha=0.5$ の場合の「下げたい」申告割合の帰帰曲線を示す。図 12 は、 $\alpha=0.5$ の場合の過去の温度の影響度合いを計算して示したものである。6 分以上遡るとほとんど現在の申告に影響しない。すなわち、曝露

表 3 重み係数 α と決定係数 R^2

α	R^2
1	0.90
0.75	0.89
0.50	0.96
0.25	0.87

された温熱環境の履歴は、短期については過去の 6 分以内が影響すると言える。

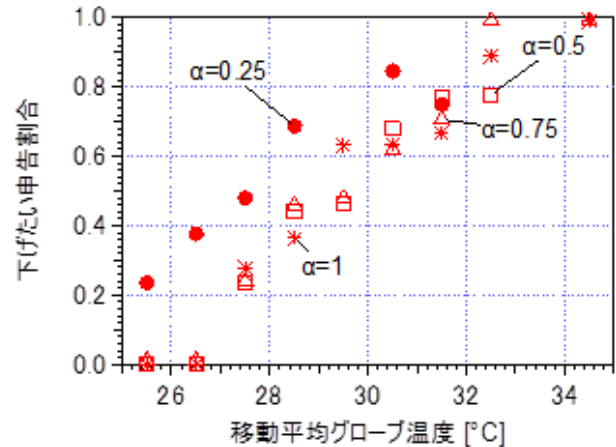


図 10 移動平均グローブ温度と下げたい申告割合

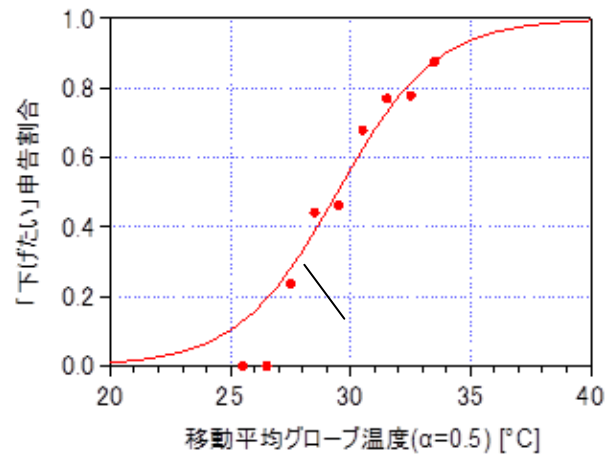


図 11 ロジスティック回帰曲線

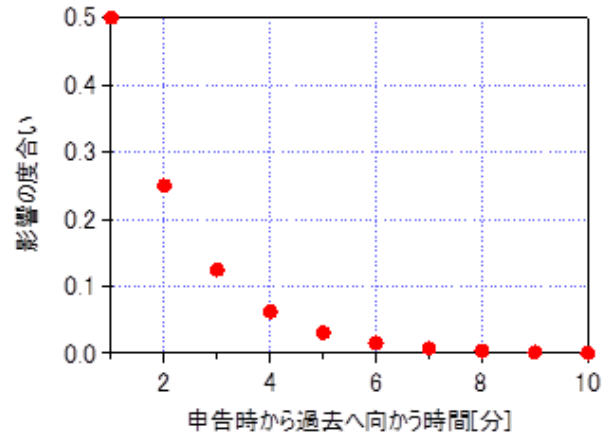


図 12 過去へ向かう時間と重み係数 α の影響度合い

【参考文献】1) 徳永佳代・宿谷昌則：人体近傍の温熱環境の変化と快・不快に関する実測検討，日本建築学会大会学術講演梗概集，pp. 297-298，2011。2) 宿谷昌則著：エクセルギーと環境の理論，2010 年，pp. 106-108。3) 小野間・長沢・徳永・宿谷：「涼しさ」感をもたらす熱環境と人体エクセルギー収支に関する研究，日本建築学会大会学術講演梗概集(北陸)，pp. 41-46，2010。4) 伊澤・高橋・齊藤・宿谷：人体エクセルギー収支の採涼空間と冷房空間における比較，2002 年，日本建築学会計画系論文集 第 556 号，pp. 31-38。

*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 教授・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