

夏季の室内での想像温度・寒暑感の変化と熱的履歴の関係
—札幌・熊本の通風室・冷房室での被験者実験—

熱環境 想像温度 寒暑感
熱的履歴 移動平均 冷房

正会員 ○原 大介*¹
正会員 辻原 万規彦*²
正会員 斉藤 雅也*³

1. はじめに

本研究では、これまで札幌・熊本の夏季の屋外から室内に至る熱環境がヒトの快適感や想像温度に与える影響について明らかにしてきた¹⁾。しかし、屋外から室内に入る移動を含む非正常性を十分に考慮するまでに至っていない。本報では、夏季の札幌と熊本の通風室・冷房室を対象に、入室前の屋外移動時の熱的な履歴が入室後、ヒトの想像温度や寒暑感に与える影響について考察する。

2. 実験概要

実験は、札幌市立大学芸術の森キャンパスの通風室(67.5 m²)と冷房室(81 m²)にて2017年8月2~6日の計5日間、熊本県立大学の通風室(145 m²)と冷房室(84 m²)にて8月1日、4日、8日の計3日間の13:00~15:00に行なった。被験者は健康な大学生とし、札幌では1日(1回)の実験につき被験者を3人、5日間で計15人とした。一方、熊本では、1日(1回)の実験につき4人、3日間で計12人とした。被験者は、約2時間かけて移動と通風室・冷房室の滞在を繰り返し、各室内の入室直後と、その後は5分間隔にて合計9回、表1に示す内容を申告してもらった。熱環境の実測は、調査者が被験者に追従しながら手持ちの棒に取り付けた計測機器類を移動させ、1秒ごとにデータを記録した。また、冷房室の設定室温は札幌26°C、熊本24°Cとした。

3. 全被験者の心理量

図1は、札幌・熊本の実験時の外気温度・湿度と室内温度・湿度である。札幌と熊本の外気温度は約10°Cの差があり、通風室内の温度にも約8°Cの差がある。また、相対湿度は札幌が熊本よりも約5~15%ほど高かった。

図2と3は、札幌と熊本の全被験者の想像温度と、寒暑感・乾湿感の平均値である。寒暑感・乾湿感は表1で示したように、被験者に任意の位置で印を記す方式を採っている。表2に中心から両端までの距離(暑い側を正とする)を百分率に換算した値と寒暑感・乾湿感の対応を示す。

表2 寒暑感・乾湿感の対応

とても暑い・とても湿ってる	+76%~+100%
暑い・湿っている	+51%~+75%
やや暑い・やや湿っている	+26%~+50%
どちらでもない	-25%~+25%
やや寒い・やや乾いている	-50%~-26%
寒い・乾いている	-75%~-51%
とても寒い・とても乾いている	-100%~-76%

表1 熱環境に関する申告用紙

(1) 今、何度だと思いますか? _____ °C

(2) 今の寒暑感を直線上に、たて線で記してください。
 とも寒い どちらでもない とても暑い

(3) 今の乾湿感を直線上に、たて線で記してください。
 とても乾燥している どちらでもない とても湿っている

(4) 今の温熱環境は不快ですか?
 不快 不快ではない

(5) 「不快ではない」を選択した方は快適ですか?
 快適である 快適というほどでもない

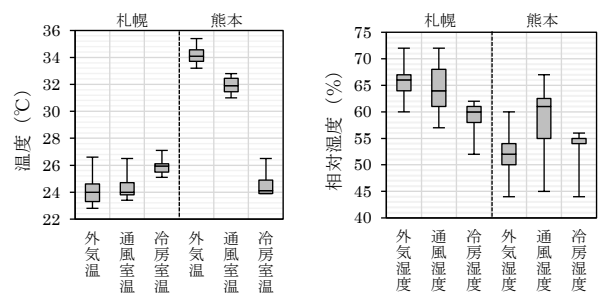


図1 札幌・熊本の外気温度湿度と室内温度湿度

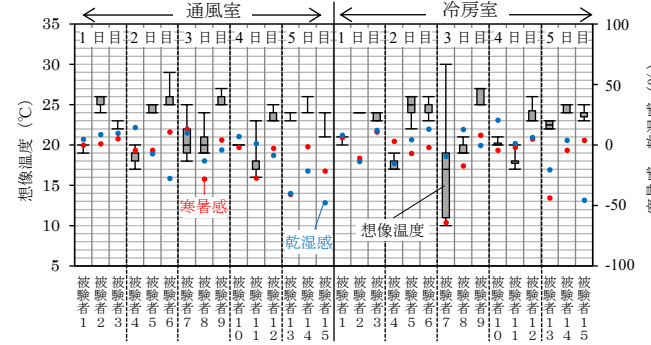


図2 札幌の全被験者の想像温度・寒暑感・乾湿感

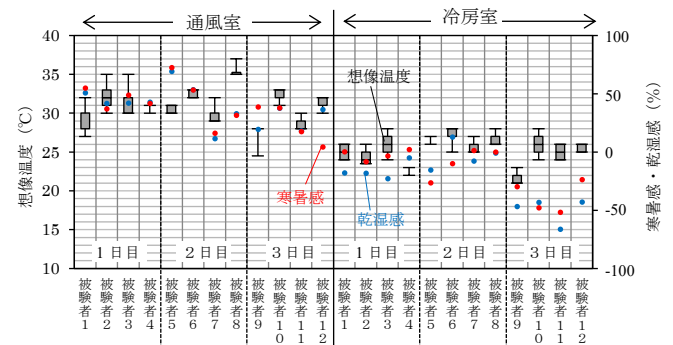


図3 熊本の全被験者の想像温度・寒暑感・乾湿感

Relationship between among Cognitive Temperature, Thermal Sensations and Thermal History in the Room in Summer
A Subjective Experiment in a Natural Ventilated Room and an Air Conditioned Room in Sapporo and Kumamoto

HARA Daisuke, TSUJIHARA Makihiko, and SAITO Masaya

札幌の想像温度は、同じ日であっても被験者の個人差が大きい。また、寒暑感・乾湿感は通風室・冷房室を通じて、「どちらでもない～やや寒い・やや乾いている」に申告が多いが、想像温度と同様に個人差が大きい。一方、熊本は札幌に比べ想像温度の個人差は小さく、同じ日であれば寒暑感と乾湿感に近い値を推移している。

4. 想像温度・寒暑感の経時変化

図4は、札幌（2日目）と熊本（3日目）の冷房室における想像温度の推移である。被験者によって推移の仕方には個人差があるが、札幌では被験者4～6、熊本では被験者9、10の想像温度が時間経過とともに顕著に低下している。室温やMRTに急激な変化は無いものの、時間経過とともに想像温度が低下していく傾向が確認された。

図5は、入室前半（入室後から10分間）の想像温度・寒暑感に対して、後半（入室30～40分）の想像温度・寒暑感が下がった人数の割合を各室について示したものである。札幌・熊本の各室で、半数以上の被験者が前半に比べて後半の想像温度・寒暑感が低下していた。また、乾湿感についても、後半に低下する傾向にあった。全体的に、通風室よりも冷房室の方が後半の想像温度・寒暑感の低下の割合が大きい。また、寒暑感には想像温度よりも時間経過とともに低下する人数の割合が大きい。

5. 入室後の熱的履歴と寒暑感

入室後の被験者の想像温度や寒暑感、屋外移動時の熱的履歴が影響していると考えられる。そこで、時刻nにおける空気温度とグローブ温度の瞬時値を t_n 、移動平均値を \bar{t}_n として、次式(1)で \bar{t}_n を計算した。

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

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。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として計算した。図6は、移動平均グローブ温度 \bar{t}_n と、熊本3日目の通風室・冷房室における入室前半の寒暑感の関係である。それぞれの関係をロジスティック曲線で回帰すると、 $\alpha = 0.75$ の場合に決定係数 R^2 が0.63で最大となった。また、空気温度の移動平均値についても $\alpha = 0.75$ の時、決定係数が最大であった。これは、現在のグローブ温度・空気温度が75%、過去の移動平均グローブ温度・空気温度が25%申告に影響していることを意味する。

図7は、 $\alpha = 0.75$ の場合について、過去の室温・グローブ温度の影響度合いである。3分以上遡ると、現在の申告にはほとんど影響していない。つまり、熊本の入室後10分間では屋外を含む過去3分の履歴の影響を受けていたと言える。夏季は、室内気候に加え入室までの屋外経路の熱環境を整えることが重要と考えられる。

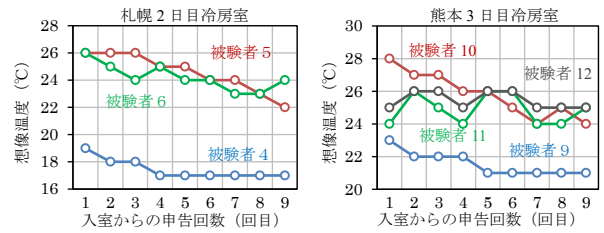


図4 冷房室における想像温度推移

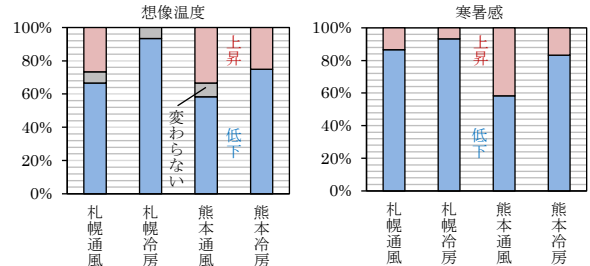


図5 想像温度・寒暑感の低下人数の割合

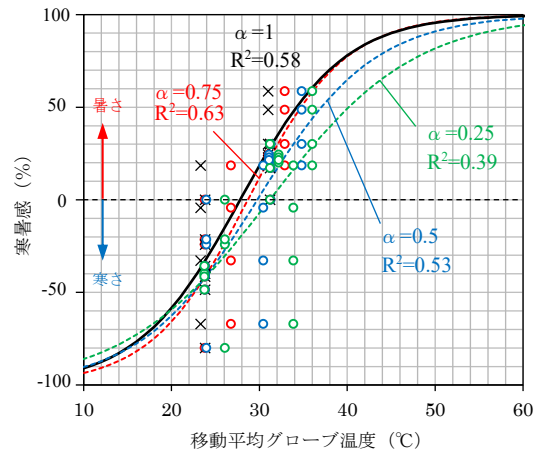


図6 熊本（3日目）の通風室・冷房室における前半の移動平均グローブ温度と寒暑感

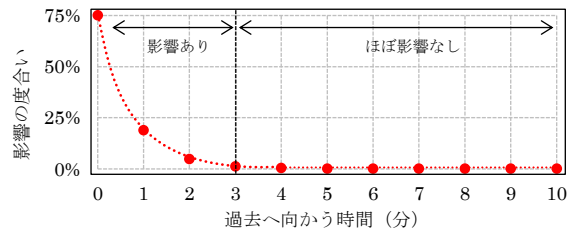


図7 過去へ向かう時間と影響の度合い

参考文献

- 1) 原大介・辻原万規彦・斉藤雅也：夏季の室内外気候がヒトの温熱的快に与える影響（札幌・熊本の通風室・冷房室における被験者実験），日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.273-276，2018年9月。
- 2) 奥野恭子・峯尾暢大・永井倫人・H.B.リジャル・宿谷昌則：温熱環境の相違が涼しさ感・熱的知覚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消費・短期熱的履歴），日本建築学会大会学術講演梗概集，pp.385-386，2015年9月。

*¹ 札幌市立大学大学院デザイン研究科 大学院生
 *² 熊本県立大学環境共生学部 教授・博士（工学）
 *³ 札幌市立大学デザイン学部 教授・博士（工学）

*¹ Graduate Student, Sapporo City University
 *² Professor, Prefectural University of Kumamoto, Dr.Eng.
 *³ Professor, Sapporo City University, Dr.Eng.