

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 19 日現在

機関番号：24302

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2020～2023

課題番号：20K12512

研究課題名（和文）椅子座面のムレ性能評価モデルの開発

研究課題名（英文）Development of a model for evaluating chair's performance to minimize the discomfort of dampness

研究代表者

長野 和雄（Nagano, Kazuo）

京都府立大学・生命環境科学研究科・教授

研究者番号：90322297

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：本研究において、椅子着席時の座面でのむれ（物理量）及びむれ感（心理量）を3種の座面張地・3種の座面形状別に測定し、座面と接触する大腿後（太ももの裏部）の表面湿度が20hPa未満のときにむれを感じないことを示した。これとは別に、座面に水を噴霧した後、人ではなく土嚢を載せて表面湿度を測定し、その挙動から水分移動特性を表す3つの指標を定義した。この3指標と大腿後表面湿度と有意に相関することから、座面のむれやすさの予測・評価にこの3指標が有用であることが見出された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究で考案した椅子座面の湿度性能の評価方法なら、繊維・クッションなどの異なる素材が複数層をなす座面全体を対象に、荷重で素材内の空隙が押しつぶされた状態で評価できる。ISOやJISで規格化されている吸・透湿性能に関する方法にこれらを考慮したものはなく、実際の使用時に近い状態を評価できる新手法は意義深いと考えられる。

椅子デザイナーや座面素材の開発メーカーは、試作品をこの新手法で評価すれば、着席時の接触面湿度を予測できる。その湿度が20hPa未満であれば着席者はむれを感じないことから、経験や勘ではなく客観的なこの基準に依拠して、むれにくい椅子を設計・開発できるようになると期待される。

研究成果の概要（英文）：In this study, contact surface humidity (physical quantity) and feeling of dampness (psychological quantity) were measured on the seat surface when seated on a chair, for three different seat upholstery fabrics and three different seat shapes, and it was shown that dampness was not felt when the surface humidity at the back thigh, which is in contact with the seat surface, was less than 20 hPa. Apart from this, the seat surface humidity was measured by placing sandbags, not people, on the seat after spraying water on the surface, and three indicators of moisture transfer characteristics were defined from the behavior of the humidity. Since these three indicators were significantly correlated with the surface humidity at the back thigh, these three indicators were found to be useful in predicting and evaluating the water vapor that creates discomfort while seated.

研究分野：生活環境学、温熱環境学、生気象学

キーワード：椅子座面 荷重 接触面湿度 むれ感

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

椅子の意匠や姿勢を支える力学的性能がどんなに優れていても、座面にむれを感じるだけで座り心地は著しく低下し、さらにむれが進行すればニオイや肌トラブルをも招く。そのためその重要性は認識されているものの<sup>1)</sup>、着座中のむれ(物理量)やむれ感(心理量)を測った研究は国内外を通じて稀であり<sup>2)</sup>、むれ及びむれ感が生じる条件さえ解明されていない。

2. 研究の目的

本研究の目的は、着席者の生理・心理反応測定実験により得たむれ(物理量)及びむれ感(心理量)と、室内温湿度や座面素材の諸特性値との関連を明らかにすることにより、これらの特性値からむれ及びむれ感の程度を推定する評価モデルを確立することである。

3. 研究の方法

(1) 健康な男子学生 20 名を対象に着席時の心理反応および生理反応を測定するため、条件の異なる 3 種の実験を行った。表 1 に各実験の条件を示す。実験参加者は綿製の半袖シャツ・半ズボン・下着・靴下(0.41clo)に着替え、所定の温湿度条件に制御した人工気候室に入室し、30 分間立位安静を保った。その後、実験用椅子に着き椅座位姿勢を 90 分保ち実験終了とした。着席中、各部位皮膚温の生理量を 10 秒間隔で、直線評定尺度(VAS)による全身および座面接触部である大腿後の寒暑感・快適感等、尺度付言語選択法<sup>3)</sup>によるむれ感等の心理量を 5 分間隔で得た。

(2) 上記実験とは別に、椅子座面の水分移動に係る物理特性を把握するため、着席者の個人差に影響されないよう、実験参加者を用いない実験を行った(実験 4)。すなわち、椅子座面に蒸留水を噴霧した後、着席者の荷重を模した土嚢を置いた状態で座面表面湿度の挙動を計測した。実験 1 と同じ椅子 3 種に、これらの椅子と同じ形状で張地材・クッション材を使用しない木材座面の椅子を加えた計 4 種を対象とした。

表 1 生理・心理測定実験の条件

	実験 1	実験 2	実験 3
椅子座面条件	共通：木製座面(クッション材あり) 張地材 3 種：ウール・アクリル・PVC	共通：木製座面(張地材・クッション材なし) 形状 3 種：スリット(空隙)・湾曲・フラット	
気温・湿度条件	気温 25℃・湿度 50%		気温 28℃・湿度 50%

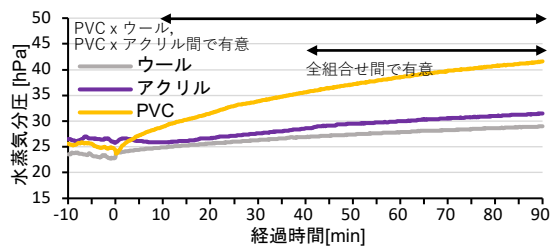


図1 大腿後水蒸気分圧の経時変化：実験1

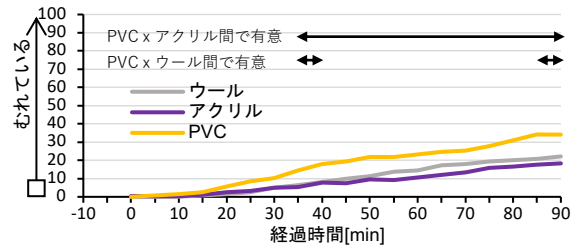


図2 大腿後むれ感の経時変化：実験1

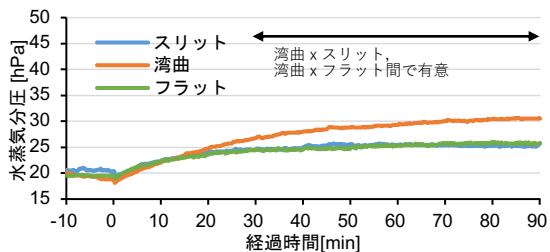


図3 大腿後水蒸気分圧の経時変化：実験2

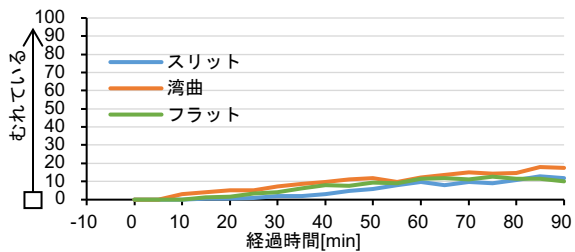


図4 大腿後むれ感の経時変化：実験2

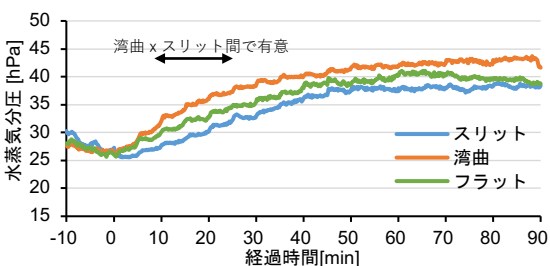


図5 大腿後水蒸気分圧の経時変化：実験3

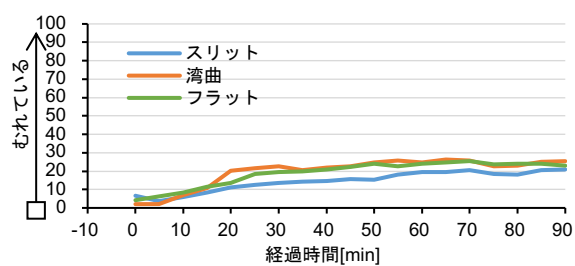


図6 大腿後むれ感の経時変化：実験3

#### 4. 研究成果

(1) 実験1において、大腿後皮膚表面水蒸気分圧（以降、pb-thigh）は3条件とも実験終了まで上昇を続ける（図1）。その勾配はウールで最も緩やか、次いでアクリルで、PVCでは他の2条件と比べ明らかに急である。大腿後むれ感は、3条件とも着席後10分頃までむれを感じず、その後むれ感が生じ、徐々に大きくなる（図2）。全体を通してウール・アクリルに比べPVCのむれ感が大きい。

実験2において、pb-thighは湾曲座面が着席後30分以降、有意に他2条件を上回り、着席後90分で他2条件よりも約5hPa高い（図3）。しかしながら、大腿後むれ感における条件間の差異は明確ではない（図4）。実験2の気温条件のみ25℃から28℃に変えた実験3において、pb-thighは実験2よりも約10hPa高くなる一方、座面条件間の差異は明確でなくなる（図5）。大腿後むれ感は実験2よりもわずかに大きい程度で、座面条件間の差も明確でないままである（図6）。むれ（物理量）とむれ感（心理量）の関係を検討するため、図7、8にpb-thighに対する大腿後むれ感の散布図を示す。図より、ウール・アクリル・PVCについてはpb-thighが約22hPa、木製座面3条件については約20hPaより小さいとき、「むれている」の回答が見られない。このことから、この値付近にむれの知覚閾値があり、その閾値は座面の素材や形状による影響をあまり受けないと考えられる。一方でこの値以上のとき、「むれている」程度の回答は幅広く分布していることから、むれの程度に応じて必ずしもむれの感覚が強くなるわけではないと考えられる。

(2) 図9に実験4における各条件の座面相対湿度の経時変化を示す。すべて開始直後に上昇しやがて下降に転じるが、その上昇の程度と所要時間、下降に要する時間は、座面の素材や形状によって明らかに異なる。そこで噴霧直前から最高座面相対湿度に至るまでの湿度差を $\Delta RH\text{-max}$  [%]、その所要時間を $t\text{-max}$  [min]と定義し、読み取った。さらに、 $\Delta RH\text{-max}$  到達後の下降過程を対象に式(1)に示す指数関数型の減衰曲線モデルを適用した曲線回帰を行い、短いほど早く乾燥することを意味する時定数 $TC$  [min]を算出した。すなわち、 $\Delta RH\text{-max}$  はこもる湿気の多さ、 $t\text{-max}$  は湿気のこもる速さ、 $TC$  は乾燥のしにくさを表し、座面のむれやすさの指標になり得ると考えられる。

$$f(x) = A \exp(-x/TC) + B \quad A, B: \text{係数} [-] \quad (1)$$

表2にその結果を示す。吸湿・透湿性が低いPVCではウール・アクリルに比べ $\Delta RH\text{-max}$ が高く、 $TC$ も長いことから、湿気が多く乾燥しにくいと評価される。ウールとアクリルの比較では、ウールの方が $\Delta RH\text{-max}$ が低く湿気が少ない一方、 $TC$ が長いことから、アクリルよりも乾燥に時間を要する。木製座面はPVC同様に吸湿・透湿性の低い素材であるが、スリットのある座面はウールに次いで $\Delta RH\text{-max}$ が低く高いことから湿気が少なく、 $TC$ については全条件の中で最も早く速乾性に優れている。逆に人体形状に沿うように湾曲した座面は、 $\Delta RH\text{-max} \cdot TC$ ともに値が最も高いことから湿気が多くこもり乾燥も遅い、すなわち最もむれやすいと評価される。

(3) 生理・心理反応と実験4により導いた3指標 $\Delta RH\text{-max}$ 、 $t\text{-max}$ 、 $TC$ との関連を調べるため、各指標を説明変数、pb-thigh、大腿後むれ感を目的変数とする単回帰分析をそれぞれ行った。表

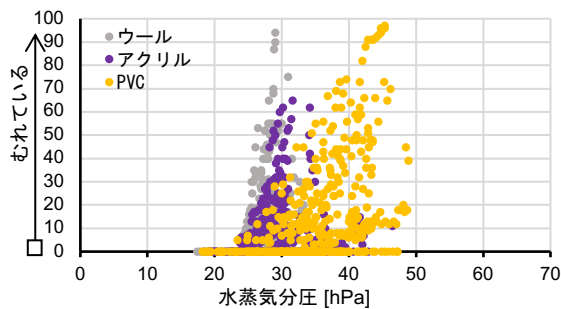


図7 大腿後水蒸気分圧とむれ感の関係：実験1

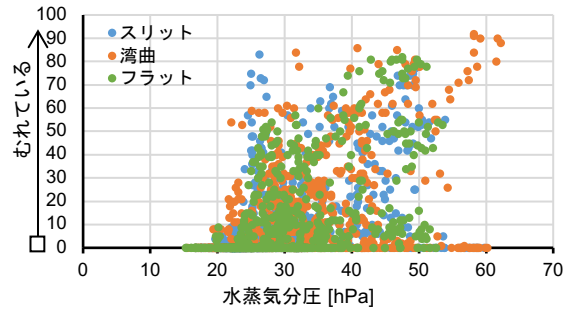


図8 大腿後水蒸気分圧とむれ感の関係：実験2・3

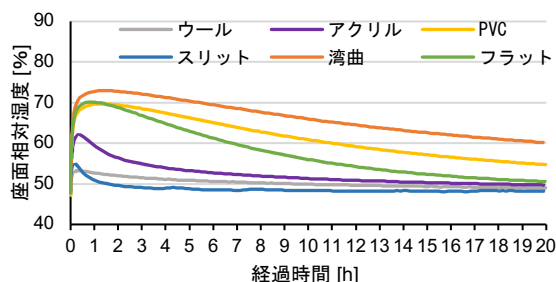


図9 座面相対湿度の経時変化：実験4

表2 各座面の水分移動特性値

	$\Delta RH\text{-max}$ [%]	$t\text{-max}$ [min]	$TC$ [min]
ウール	6.1	11.9	443.6
アクリル	13.9	18.1	211.6
PVC	22.8	51.2	803.9
スリット	7.5	8.7	78.4
湾曲	24.0	81.4	999.9
フラット	22.4	49.4	478.7

3 に結果を示す。3 指標と pb-thigh の間ではそれぞれ相関が有意であるのに対して、大腿後むれ感と  $\Delta RH$ -max、大腿後むれ感と TC の間で有意な相関は認められない。したがって、椅子座面の水分移動特性を表す 3 指標を求めれば、着席時の座面での湿度すなわち物理量としてのむれを推定でき、むれを感じ始める 20hPa への到達のしやすさ、到達する速さ、乾燥のしやすさの予測・評価に繋がれると期待される。しかし、むれ感の程度を適切に推定できるほどの関連性は明確ではなく、さらなる検討が必要である。

表 3 単回帰分析結果

目的変数 pb-thigh	説明変数		
	$\Delta RH$ -max	t-max	TC
Slope	0.640	0.146	0.036
t-value	11.43	9.916	4.646
Regression coef. ( $R^2$ )	0.693	0.629	0.271
p-value	0.000	0.000	0.000
大腿後むれ感	説明変数		
	$\Delta RH$ -max	t-max	TC
Slope	0.651	0.194	0.065
t-value	1.712	2.157	1.886
Regression coef. ( $R^2$ )	0.048	0.074	0.058
p-value	0.092	0.035	0.064

<引用文献>

- 1) da Silva, L., Bortolotti, S.L.V, Campos, I.C.M, Merino, E.A.D. (2012): Comfort model for automobile seat. *Work*, 41(Supplement 1), 295-302
- 2) 川辺真斗, 小峯裕己, 須山喜美, 森一顕(2013): 椅子座面の材料特性の差異が人体の温冷感に与える影響について, *空気調和・衛生工学会大会学術講演論文集 (6)*, 141-144
- 3) 兼子朋也, 堀越哲美(2001): 尺度付言語選択法を用いた日本人の温熱環境に対する心理的評価に関する研究, *日本建築学会計画系論文集*, 66(543), 93-99

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Nagano Kazuo, Lyu Shijia, Kakitsuba Naoshi	4. 巻 35
2. 論文標題 Investigating water vapor retention?of fabrics and their suitability for seat coverings	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 International Journal of Clothing Science and Technology	6. 最初と最後の頁 665 ~ 681
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1108/IJCST-11-2022-0161	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 小牧明史, 長野和雄
2. 発表標題 形状の異なる木製椅子座面におけるむれ感に関する実験的研究
3. 学会等名 日本生気象学会雑誌
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小牧明史, 長野和雄
2. 発表標題 形状の異なる木製椅子座面におけるむれの知覚閾値の導出
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 長野和雄, 呂世嘉
2. 発表標題 椅子座面でのむれの知覚閾に関する被験者実験
3. 学会等名 日本生気象学会雑誌
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小牧明史, 長野和雄
2. 発表標題 男性被験者を用いた異なる椅子座面における微量発汗に関する冬期実験 その2 - 形状の異なる木製座面の場合 -
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 呂世嘉, 長野和雄
2. 発表標題 男性被験者を用いた異なる椅子座面における微量発汗に関する冬期実験
3. 学会等名 日本建築学会大会学術講演梗概集
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	呂 世嘉  (Lyu Shijia)		
研究協力者	垣鏝 直  (Kakitsuba Naoshi)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------