

座面の変形により長時間の同一姿勢を解消する椅子

中山 亜里沙^{1,a)} 加藤 邦拓^{1,b)} 太田 高志^{1,c)}

概要：長時間同じ姿勢で座り続けると、身体の一部に継続的に負担がかかり、血流の流れが悪くなったり、筋肉が凝り固まる。これにより、神経過敏症や腰痛、ストレートネック等慢性的な身体の不調を引き起こす。本研究では、ユーザが足を組むことによって生じる体圧の偏りに注目し、座面を部分的に昇降させることで、体圧のバランスがとれた状態に導く椅子型デバイスを提案する。提案システムでは、座面下部に設置されたロードセルにより、体圧の重心が左右に偏った姿勢が一定時間継続されたことを検知する。この際、体圧が強くかかっている座面の一部を昇降させることでユーザに体圧の重心が偏らないよう、姿勢変更を促す。本論文は、事前調査として座面の角度を変更することで、ユーザが足を組む姿勢を維持することが難しくなることを示した。また調査結果を元に試作したシステムについて報告する。

1. はじめに

長時間同じ姿勢を続けると身体の一部に継続的に負担がかかり、神経過敏症やエコノミークラス症候群など身体に悪影響を及ぼすことが知られている。近年では、デスクワークなど長時間椅子に座って作業する機会が増え、腰痛や肩こり、ストレートネックによる眼精疲労に悩まされる人も多い。人間工学の分野では以前から、この問題に対し身体への負担が少ない座面の傾斜角度や姿勢の種類、椅子の形状について検証されてきた [5], [7]。Nachemson は、座位姿勢における腰部負担の指標として、椎間板内圧を用いており、立位姿勢に比べて座位姿勢では 1.4 倍、前傾座位姿勢では 1.85 倍もの負担がかかることを報告している [2]。

長時間の座位姿勢を伴う作業を行う場合、関連研究を大きく分類すると二つの予防策がある。ひとつは、定期的に立ち上がることで長時間の座位姿勢を防ぐ方法である [1]。昨今では、Apple Watch など長時間の在姿勢を検出し、定期的に立位姿勢への移行を促す機能を備えた機器も普及している。もうひとつは、安定した座位姿勢をとるため、硬い座面や上半身の体重を分散する背もたれや肘当てを使用する方法である [6]。既存研究では、椅子にセンサを取り付ける [4]、または PC 内蔵カメラにより姿勢推定を行い、視覚、聴覚情報で通知することで、ユーザの姿勢変更を促す手法が提案されてきた。しかし、この手法ではユーザの集中力が阻まれてしまうことが問題とされていた。



図 1 提案システム。

本研究では、ユーザが足を組むことによって生じる体圧の偏りに注目し、座面を部分的に昇降させることで、体圧のバランスがとれた状態に導くシステムを提案する (図 1)。提案システムは、座面下部に設置された二つのロードセルにより、体圧の重心が左右に偏った姿勢が一定時間継続されたことを検知する。この際、体圧が強くかかっている座面の一部を昇降させることでユーザに体圧の重心が偏らないよう、姿勢変更を促すことができる。

2. 関連研究

2.1 座位姿勢の可視化

ユーザの座位姿勢や座面にかかる体圧を可視化する手法は HCI や人間工学の分野で数多く研究されている。杉浦らは、クッションにフォトフレクタを内蔵することで体圧を可視化している [10]。加藤らは、体圧分布計測装置を

¹ 東京工科大学

^{a)} g31210149e@edu.teu.ac.jp

^{b)} kkunihir@acm.org

^{c)} takashi@stf.teu.ac.jp

オフィスチェアの上に敷き、座位姿勢の変化と体圧分布を可視化し、椅子の座り心地の評価を行った [6]. これにより着座姿勢の観察と体圧の測定、評価を行った結果、脚の姿勢が座面の体圧分布に大きく影響を与えることが示された。また、脚を組むことにより体圧が片側に集中し、座り心地の悪さに繋がり、座面と身体の接触面で体圧が分散している場合は座り心地が良くなることが報告されている。古後は、骨盤の右側や利き脚側は前傾しており、脚を組む際も前傾している脚を上にして組むことが多いと結論付けた [8]. また、これにより体の歪みが組み脚に影響を与えることが判明した。本研究では、これらの報告をもとに、ユーザが脚を組むことにより生じる体圧の集中を軽減し、姿勢の改善を行う。

2.2 ユーザの姿勢改善を促すシステム

ユーザの姿勢改善を促すに関するシステムは多く研究されている。ユーザの姿勢を推定し、視覚、聴覚情報で誘導するものや、一定の時間が経つと椅子などの形状を変形させ、姿勢変更を促す手法が提案されている。Shin らは、VR ゴーグルを通して見ている対象物の位置を移動させることで、ユーザの姿勢を変更するシステムを提案している [3]. この手法では、VR コンテンツの使用時における、ユーザの姿勢を変更させるものの、一般的な作業を伴う座位姿勢には向かない。大久保らは、椅子に加速度センサを設置し、ユーザの姿勢を視覚的に提示するシステムを提案している [4]. 石倉らはノート PC での作業時における身体的負担が軽減されるオフィスチェアを提案している [5]. 内藤らは、姿勢の変更が長時間変更されない状態をユーザの疲労度が高い状態であると仮定し、距離センサと体圧分布計測装置を用いた姿勢の推定により休息するよう通知するシステムを提案した [9]. Fujita らは、座面の傾斜によりユーザを立位姿勢に誘導するシステムである TiltChair を提案した [1]. この研究では座位姿勢が一定時間経過した際に、ユーザを立位姿勢へ誘導し、身体への負担を軽減している。これに対し本研究では、長時間脚を組むなど、ユーザの座位姿勢の習慣を改善することを目的としており、着座姿勢のまま身体への負担が少ない状態を維持させることを目指す。

3. 提案手法

本研究では、ユーザが座位姿勢時に脚を組むなど、体圧の重心が左右の一方に偏った姿勢が一定時間継続されたことを検知し、座面を部分的に昇降させることユーザの体圧の重心が偏らないよう、姿勢変更を促すシステムを提案する (図 2). 提案システムは、左右に分割された座面を持ち、それぞれの下部にロードセル、昇降台およびリニアアクチュエータが設置されている。左右に配置されたロードセルにより、ユーザの体圧の分布を計測し、ユーザの体圧



図 2 提案手法. ユーザ脚を組んだ際に生じる体圧の重心の偏りを検出し、座面の一部を昇降させることで姿勢の変更を促す。

の重心が一方に偏っている状態が一定時間以上検知された際、体圧の負荷が高い方の座面を上昇させることで、重心に偏りのない座位姿勢を促す。座面の昇降には、座面下部に設置された昇降台の高さを、リニアアクチュエータによって制御することで実現した。

3.1 事前調査

事前調査として、椅子の座面の高さを部分的に変化させることで、ユーザに姿勢変更を促すことができるかについての検証を行った。今回、座位姿勢時に脚を組む動作に着目し、座面昇降による姿勢改善の可能性について検証を行う。被験者 (A~E) は、21 歳から 23 歳までの男女 (男性:3 名, 女性:2 名) であり、全員利き脚は右であった。

被験者は、蝶番で接続され座面の角度を変更可能な木板 (図 3) の上に座る。その後、被験者に傾斜のある方の脚を組むよう指示した。片方の座面の傾斜角度を 5 度刻みで増やしていき、被験者が脚を組んだ状態を維持できなくなる角度を調査した。被験者の姿勢は猫背、背筋を伸ばす、背もたれにもたれかかる 3 条件とし、足の組み方 (左脚 / 右脚を上にする場合) の 2 条件との組み合わせ 合計 6 条件について検証した。

検証の結果、被験者は 10~30° の傾斜で脚を組んだ状態を維持できず、脚をほどいてしまうことが分かった。姿勢について比較すると、背筋を伸ばした状態が最も小さい角度で組んだ脚をほどいている。その次に猫背、背もたれにもたれかかる順に角度が大きくなっている。以上の結果から、脚を組む姿勢は、猫背、背もたれにもたれかかる姿勢で、利き脚を上にした際に安定しやすいことが分かった。また、被験者からのフィードバックとして「傾斜角度が 30° になると姿勢を維持できない」、「傾斜角度が上がると意識

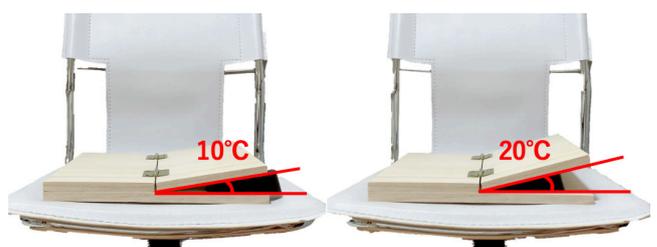


図 3 事前調査に使用した木板。

しなければ維持できない」等の感想が得られた。

これらの結果から座面の部分的な角度変化により、被験者は足を組んだ姿勢を維持することが難しくなることが分かった。本研究ではこのことを利用し、座面の昇降により、ユーザに長時間足を組ませることなく、体圧の重心に偏りがない座位姿勢を促す。

3.2 体圧の取得

体圧の取得のため、左右に分割された座面の下部にロードセルをひとつずつ設置した。関連研究 [6] にて述べられているように、ユーザが足を組んでいる際、体圧に偏りが生じる。そこで、左右のロードセルから取得した数値の差からユーザの体圧の偏りを検出した。現状の実装では、被験者が足を組んだ姿勢を変更せず 5 分以上経過した場合に、左右の座面のうち、体圧が強くなる座面を昇降させる仕様とした。

4. おわりに

本研究では、長時間足を組むなど、ユーザの座位姿勢の習慣を改善することを目的とし、姿勢の変更を促すシステムの提案を行った。座面下部に設置された二つのロードセルによりユーザの座位姿勢時の体圧の差をリアルタイムに取得し、体圧が強くなる座面を昇降させる。

今後は、提案システムの有効性を検証するための評価実験の実施を検討している。また今回、ユーザが足を組んだ姿勢によって生じる体圧の偏りに着目したが、左右のみならず前後にもロードセルを設置し、猫背や椅子の背にもたれかかる姿勢についても検討する。長時間のデスクワーク時に、前傾姿勢が継続されると、首や肩回りへの影響も深刻な問題になり得ると考えられる。また、着座した際の姿

勢により体圧が全体的に分散することから着座時に安定した座り方を促すようなアプローチ [7] についても検討していきたい。

参考文献

- [1] Fujita, K., Suzuki, A., Takashima, K., Ikematsu, K. and Kitamura, Y.: *TiltChair: Manipulative Posture Guidance by Actively Inclining the Seat of an Office Chair*, Association for Computing Machinery (2021).
- [2] Nachemson, A.: The Lumbar Spine an Orthopedic Challenge, *Spine*, Vol. 1, pp. 59–71 (1976).
- [3] Shin, J. G., Kim, D., So, C. and Saakes, D.: *Body Follows Eye: Unobtrusive Posture Manipulation Through a Dynamic Content Position in Virtual Reality*, p. 1–14, Association for Computing Machinery (2020).
- [4] 大久保雅史, 藤村安耶: 加速度センサーを利用した集中度合い推定システムの提案, 第 16 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ論文集 (WISS'18) (2008).
- [5] 石倉啓行, 山崎信寿: ノート PC 作業用オフィスチェアの開発, *人間工学*, Vol. 49, No. 2, pp. 54–61 (2013).
- [6] 加藤健郎, 小山拓海, 井上貴朝: オフィスチェアにおける着座姿勢および体圧分布の分類とその座り心地評価, *デザイン学研究*, Vol. 61, No. 6, pp. 1–8 (2015).
- [7] 坂元孝子, 高橋勝美, 山本圭治郎, 兵頭和人, 八高隆雄: 530 長時間座位姿勢時における福祉椅子の座り易さの評価: 一般椅子との比較, *Dynamics Design Conference*, Vol. 2005, No. 530, pp. 1–5 (2005).
- [8] 古後晴基, 村田 潤: 利き脚および組み脚が立位姿勢の骨盤前傾角に与える影響, *理学療法科学*, Vol. 29, No. 1, pp. 39–43 (2014).
- [9] 内藤孝雄, 黒須誠治: デスクワーク時の着座姿勢の評価方法の提案, 第 28 回人工知能学会全国大会論文集, pp. 3E44in 1–4 (2014).
- [10] 杉浦裕太, 筧 豪太, ウィタナアヌーシャ, 坂本大介, 杉本麻樹, 五十嵐健夫, 稲見昌彦: FuwaFuwa: 複数のフォトフレクタモジュールを用いた柔軟物への接触検知手法, *日本バーチャルリアリティ学会論文誌*, Vol. 20, No. 3, pp. 209–217 (2015).