

# 靴内気候と歩き方の観測

## Observation of a Climate in Shoes and the Walking Form

大庭康平  
指導教員 吉田将司

1) サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 情報通信工学研究室

キーワード：衣服内気候、靴内気候、疲労度、歩き方

### 1. はじめに

本研究室では人体と衣服の微小な空間に生じる気候である衣服内気候と体調の変化を調査してきた[1]。近年、空調服[2]など衣服内気候に関する研究が増えてきた。しかし衣服内気候の一つである靴内気候は先行研究の例が少ない。そこで、人の体の中でよく動き、地面からの反射熱を直接受ける足と体調変化の関係に注目した。

靴内気候とは衣服内気候の一つで人体と靴の微小な空間に生じる温湿度のことである。靴内の気象要素である気温・湿度・気流などを総合したものの呼称である[3]。本研究では靴内気候の測定及び歩き方の変化から、疲労度や体調の変化の検出を試みた。まず検出のための機器を製作した。これまで靴内気候は快適性の基準として使用されてきたが、衣服内気候と同様に体調変化や熱中症の判定基準に利用可能か検討する。そこで製作した機器を用いてランニングマシーンで運動中の被験者の靴内温湿度・曲げセンサの電圧を測定しその傾向を分析した。

### 2. システム構成

図1は実験のシステム構成を示す。靴の中敷きに温湿度センサ及び曲げセンサを取り付ける。曲げセンサの位置は親指から母趾にかけて設置し、温湿度センサはつま先のあたりに設置した。足の甲にマイコンを取り付けてデータを処理し、つま先部分にLEDを取り付け状態を表示する。

図2はシステムブロック図を示す。検出器で靴内の温湿度、曲げセンサの電圧値を取得し、マイコン内蔵のBluetoothでPCに送信する。受信した

データをターミナルソフトの Tera Term を用いて表示する。演算部のマイコンはESP32を用いており、温湿度センサはSHT31を使用した。気温の測定範囲が-40[°C]～125[°C]、湿度は相対湿度で0[%]～100[%]である。曲げセンサは平常時が約1.60[V]で踏み込むと電圧が上昇し、つま先を伸ばすと電圧が低下する。

図3に本実験で使用した靴の写真を示す。

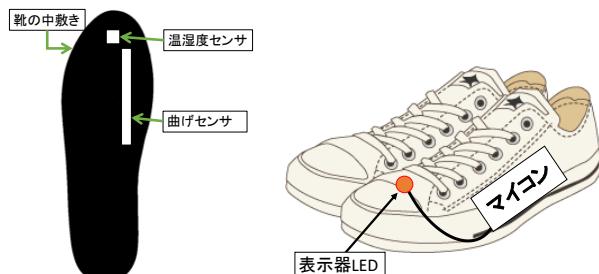


図1 システム構成

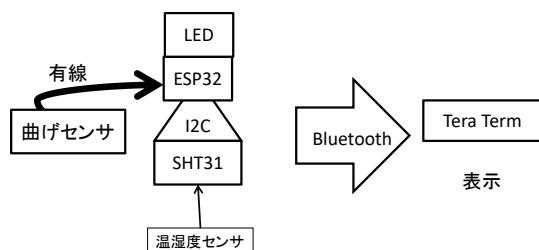


図2 システムブロック図



図3 靴

### 3. 実験方法

図3の製作した靴を被験者が履き、20分間程度動かず安定するまで待機する。その後被験者はランニングマシーンで3[km/h]で10分間ウォーキングする。ウォーキング後はまた10分間静止して待機した。測定項目は靴内の温度・湿度・曲げセンサの電圧・外気温度・外気湿度である。曲げセンサの電圧値は50[msec]毎に記録した。ランニングマシーンを使用した理由は一定の運動を被験者に行わせることができるためにある。

### 4. 実験結果

図4は靴内の温度・湿度の変化を示す。図4より被験者が靴を履くと、湿度が100[%]近くまで上昇し安定した。ウォーキングを開始した時、温度が約32[°C]から約30[°C]、湿度が約95[%]から約75[%]まで減少した。ウォーキング終了直後、温度が30[°C]から32[°C]まで上昇し、湿度が約75[%]から約90[%]まで急激に上昇した。ウォーキング終了後、温度は約31.5[°C]で安定し湿度は靴を脱ぐまで約89[%]から約99[%]に上昇した。図5は靴内に設置した曲げセンサの電圧の変化を示す。図4はウォーキング中の電圧値の変化を拡大し表示したものである。人が歩行する際、足裏が地面から離れるとき曲げセンサの電圧値が約1.66[V]から約1.63[V]まで線形的に減少している。その後、電圧値が約1.63[V]から約1.55[V]まで減少している。これはかかとが地面に着く瞬間、一瞬だけ足が伸びたことを示している。直後、電圧値が約1.55[V]から約1.81[V]まで150[msec]で上昇している。よって、曲げセンサによって足が地面に着いてから地面を蹴るまでを表現できていることが判明した。

### 5.まとめ

本研究では靴内の温度・湿度・曲げセンサにおける電圧値の変化を測定し、その傾向を分析した。靴内における温度・湿度の変化から何もしていないときは靴が蒸れた状態となった。ウォーキングを開始すると靴の中に空気の流れが生まれ温度・

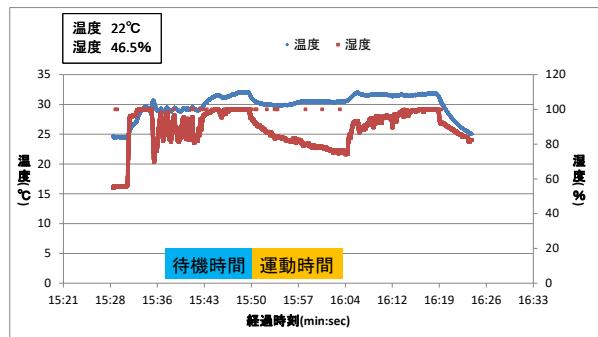


図4 靴内温度・湿度

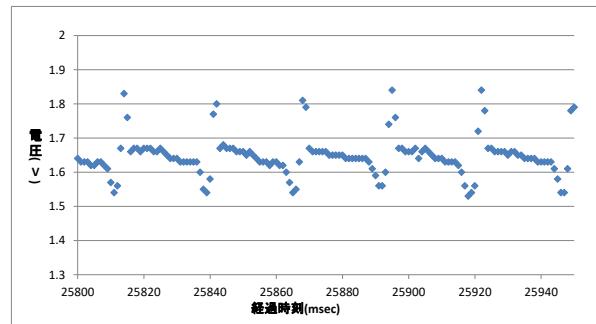


図5 曲げセンサ

湿度が下がった。曲げセンサの電圧値の変化より、人の歩き方、足の動作を観測することができた。今後は、ランニングおよび長時間の運動により歩き方や靴内の温度・湿度の変化を観測する予定である。

### 6.文献

- [1] 吉田将司, 水口 葵: “衣服内気候の測定による熱中症予防の検討”, 電子情報通信学会講演論文集, p61, 2018.
- [2] 彼末一之監修: “からだと温度の事典”, 朝倉書店, p222, 2012.
- [3] 株式会社空調服 HP:  
URL <https://www.9229.co.jp>