

# 運動強度の変化による衣服内温湿度の測定

## Measurement of Temperature and Humidity Inside Clothes Due to Change in Exercise Intensity

野田 祐基<sup>1)</sup>

指導教員 吉田 将司<sup>1)</sup>

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

夏場における健康被害でよく話題になるものは熱中症である。この現象は目には見えず、すぐに症状が出るが少ないため症状が悪化するまで身体の異変に気付きにくい。そのため毎年、夏場では熱中症の被害が問題となっている。そこで、運動強度と衣服内温湿度を測定することで、運動強度の変化に対して衣服内温湿度がどのように変化しているかを測定した。測定した結果、運動強度に対応して衣服内温湿度や体表温が変化した。

キーワード：衣服内気候、運動強度

### 1. 緒言

夏場における健康被害でよく話題になるものは熱中症である。この現象は目には見えず、すぐに症状が出るが少ないため症状が悪化するまで身体の異変に気付きにくい。そのため毎年、夏場では熱中症の被害が問題となっている。衣服内気候とは、人体と衣服の微小な空間に生じる気候であり、衣服内の温湿度を測定する事によって個々の体調変化を測定することが可能となる [1]。

昨年は衣服内温湿度の測定から体調の変化を可視化し、危険度を知らせる事で体調管理を行う事を目的とした装置を製作した [2]。しかしこの装置は、危険度を可視化することができるが、衣服内温湿度の変化の原因が分からなかった。

そこで本研究では、衣服内温湿度を測定することにより、運動強度に対する衣服内温湿度の変化の傾向を観測する。まず、衣服内温湿度の変化をBLE通信によってPC上に表示する装置を製作した。次に製作した装置を用い、ランニングマシンで運動中の被験者の衣服内温湿度・心拍数・外気温湿度を測定し、その傾向を分析した。

部・通信部・出力部からなるシステムで構築した。点線内のシステムが製作したシステムである。また、外気検出器は昨年度に製作した装置を使用した。

まず衣服内検出器が衣服内の温湿度を検出する。検出部から取得した 2 進数の温湿度データが ESP32 を用いて 10 進数に変換され、その結果を Bluetooth で表示器に送信する。表示器は衣服内検出器から受信した温湿度データを Tera Term を用いて表示する。

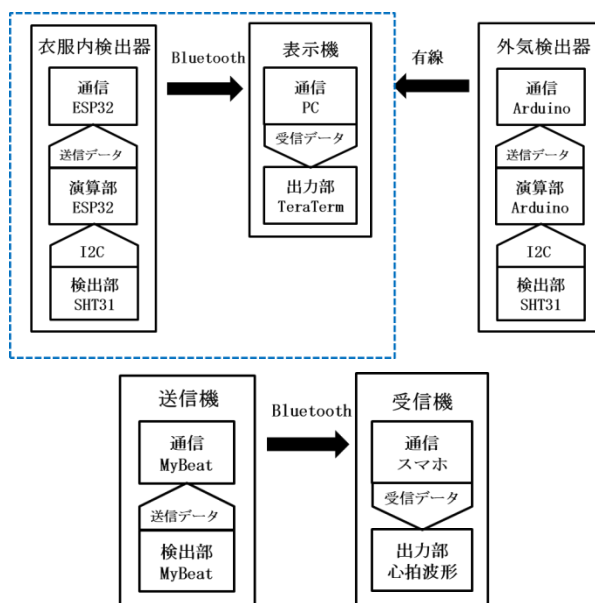


図1 システム構成

### 2. システム構成

図1は実験のシステム構成を示す。衣服内検出器・外気検出器・表示器に分かれ、検出部・演算

2つの検出器の検出部には温湿度センサ 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。

運動強度は(1)式から算出した。心拍数の測定はユニオンツール株式会社製の心拍センサ My Beatを用い、公開されている取得アプリで心拍数を表示した。なお式中の最大心拍数は220-年齢で求められる。各測定開始時の平均心拍数を各自の安静時心拍数とした [3]。

$$\text{運動強度} = \frac{(\text{心拍数} - \text{安静時心拍数})}{(\text{最大心拍数} - \text{安静時心拍数})} \times 100 \quad \dots (1)$$

### 3. 実験方法

被験者(学生8人)がランニングマシンで時速6[km]と時速12[km]の走行を行った際の衣服内温湿度・外気温湿度・心拍数を測定した。ランニングマシンを用いた理由は、被験者の違いによる運動量に差をなくすことが目的である。衣服内検出器のセンサを尾骶骨から10cm上の背中の方にテープで固定し、1分間の待機後、10分間走行、5分間休憩を行う合計16分の計測を行った。

### 4. 実験結果

図2は8人中1人が時速6[km]、図3は時速12[km]で走行した場合の衣服内温湿度と心拍数の変化を示す。図2より運動中の最も高い心拍数は98[bpm]であることから、式(1)より最大運動強度が27.14[%]と算出できた。同じように図3では最も高い心拍数が120[bpm]であることから、最大運動強度は42.86[%]と算出できた。よって走行速度を増加すると運動強度は上昇した。

また図2、3より運動を始めた後、湿度が低下している。これは運動を始めたことでセンサを取り付けている背中周りの空気が循環したことが原因だと考えられる。

### 5. まとめ

本研究では運動強度の変化による衣服内温湿度・心拍数の変化を測定し、その傾向を分析した。

その結果、「運動をしたことによる心拍数の上昇」、「汗をかいたことによる湿度・体表温の上昇」、「汗が冷えたことによる温度の低下」、「運動後、空気の循環がなくなったことによる温度・湿度の上昇」が、運動強度に関わらず同じ傾向であった。本実験では湿度以外は運動強度の変化による違いがみられなかった。

今後は運動強度の種類及び被験者を増やし、傾向を調査する予定である。

### 6. 文献

- [1] 多井吉之介, 田多井恭子: “最新被服衛生学”, 光生館, p12, 1960.
- [2] 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.
- [3] 藤田 俊文, 岩田 学: “全身振動刺激を用いた運動時の運動強度の特徴”, 第47回日2理学療法学会大会抄録集, 2012.

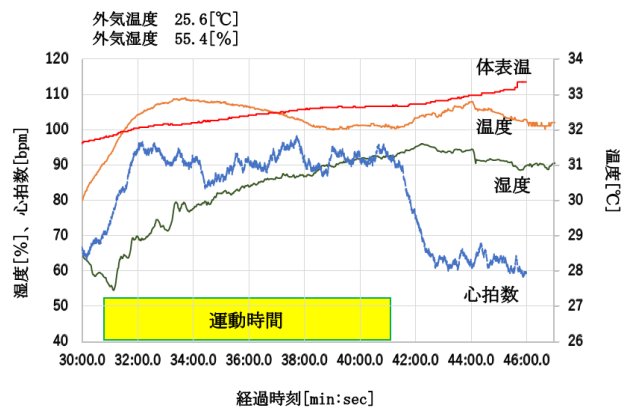


図2 衣服内環境 (時速6[km]時)

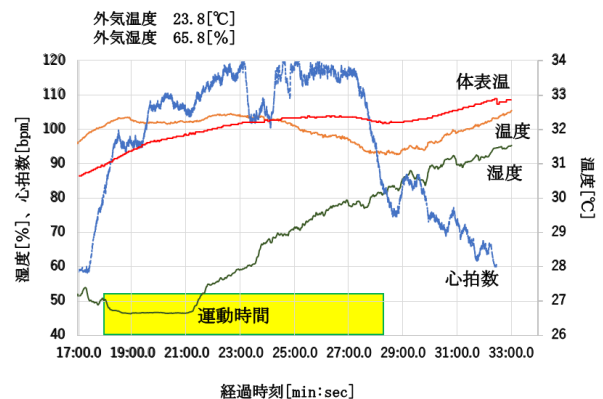


図3 衣服内環境 (時速12[km]時)