

# インソール・ネックバンド型センサのデータフュージョンによるコーピング機器の開発

2020042 八十住捺輝 情報基盤工学講座 指導教員 António Oliveira Nzinga René

## 要約

本研究ではインソール型機器とネックバンド型機器の開発を行い、インソール型センサ、ネックバンド型センサのデータフュージョンによる音声によるストレスコーピング機器の開発を行った。また、すでに販売されている商品との比較を行い、有用性を確かめた。今回は健常者でデータを取ったが、将来的には障がいの方に装着してもらい、健常者と同等に社会で活躍するための支援を目的とする。

キーワード：歩行支援、ストレスコーピング、装着型デバイス、センシング、データフュージョン

## 1 はじめに

現代の技術進化において、異種のデータソースから得られる情報を統合するデータフュージョンの重要性は急速に増大している。センサ技術の進歩、デジタルトランスフォーメーションの普及、そして無人システムの台頭により、多岐にわたるデータを統合して利活用することが、新たな知見の発見や効率的な意思決定を可能にしている。これにより、様々な分野での革新的なアプリケーションやビジネスモデルが生まれつつあり、社会全体に大きな影響を与えていく。

本研究では、先行研究[1][2]で行った足元センシング機器とストレスコーピング機器のセンサから取得できるデータをデータフュージョンを行い、足元データも組み込んだ音声によるストレスコーピング機器の開発を目指す。また、ネックバンド型機器では株式会社ユニオンツールのmyBeatとの比較を行い、安価なデバイスでもデータ解析が行えることを示す。

## 2 歩行支援とストレスコーピング

### 2.1 歩行支援

様々な歩行支援システムの開発が進んでいる。従来研究において、日常生活で使用可能な歩行支援機器の条件としては、「着脱が容易で長時間の使用が可能であること」「身体機能の変化や改善に対応可能であること」が重要視されている[3]。

本研究のインソール型機器は、着脱が容易で、Raspberry Pi Zero WのバッテリーであるPiSugar3により約3時間以上の駆動が可能である。また、機器を作成する際に足のサイズを変更できるため、身体機能の変化にも対応可能であり、日常生活での利用が容易である。

### 2.2 ストレスコーピング

ストレスコーピングとはストレスの原因にうまく対処することである[4]。ストレスの原因によって過剰なストレスが慢性的にかかると悪影響が考えられるため、健康を維持するにはうまくストレスコーピングすることが必要となる。本研究ではイヤホンからの音声による、ストレスの原因に対する考え方や感じ方を変えようとする情動焦点コーピングを行う。

### ストレス値の算出とコーピング

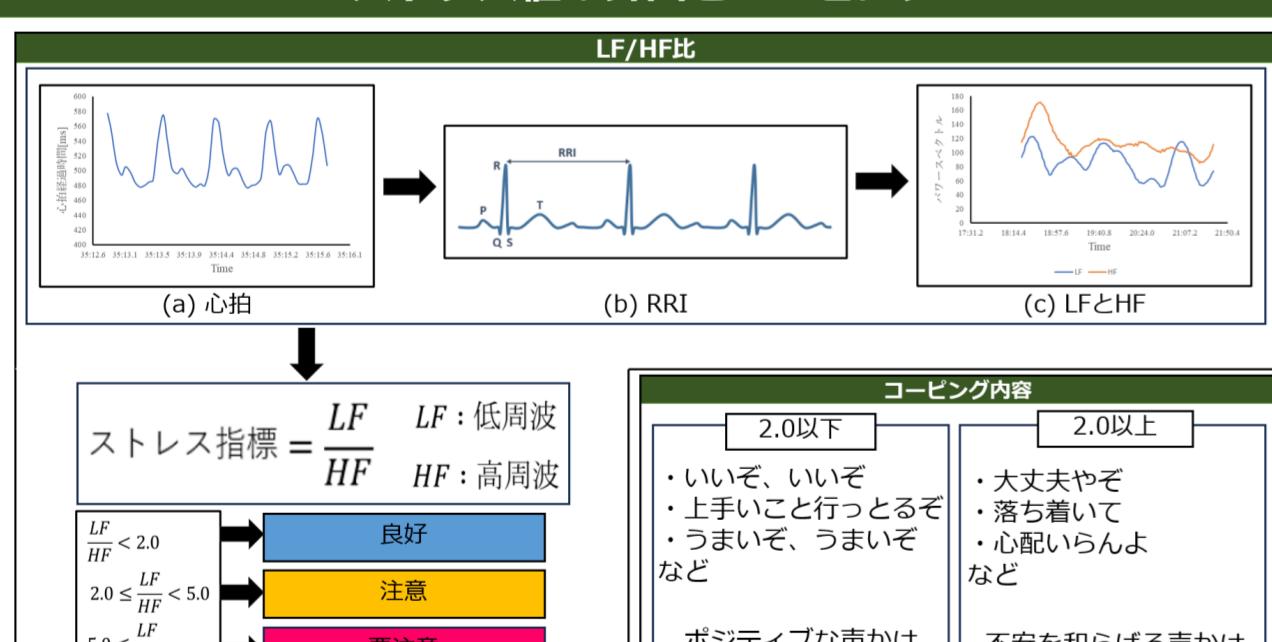


図1 ストレス値の算出の概要とコーピング内容

図1にストレス値の算出の概要とコーピング内容を示す。ストレス値は心拍波形からピークを検出しRRIを取得し、フーリエ変換を行い、ストレス指標となるLF/HFを算出する。ストレス値が2.0以下のときは良好状態であるため、ポジティブな声かけを行う。また、ストレス値が2.0以上のときは注意、要注意状態であるため、不安を和らげる声かけを行う。

### 2.3 インソール、ネックバンド型センサのデータフュージョン

データフュージョンとは、形式や収集条件の異なるデータを統合して、分析の可能な1つのデータに加工する技術を指す[5]。

インソール型機器に組み込まれているセンサから取得したデータ、ネックバンド型機器に組み込まれているセンサから取得したデータをデータフュージョンを行う。したがって、足元の状態も考慮したストレスコーピングを行うことができる。

## 3 機器の開発

### 3.1 インソール型機器

先行研究ではタッチエンス株式会社のショッカクシューを高額なセンサデバイスとして用い、自作デバイスと比較することで安価なデバイスでも十分にデータ解析ができるこことを示すことを確認した。また、先行研究ではMPU9250(9軸センサ)が足首の位置に付いていたが、本研究では9軸センサをインソールの中に組み込むことによってより正確な足元状態を測定可能となった。

図2にインソール型機器の概要を示す。MPU9250と圧力センサで足元の状態を測定し、足元のステップ、カーブの方向、足元の不安定を検出する。

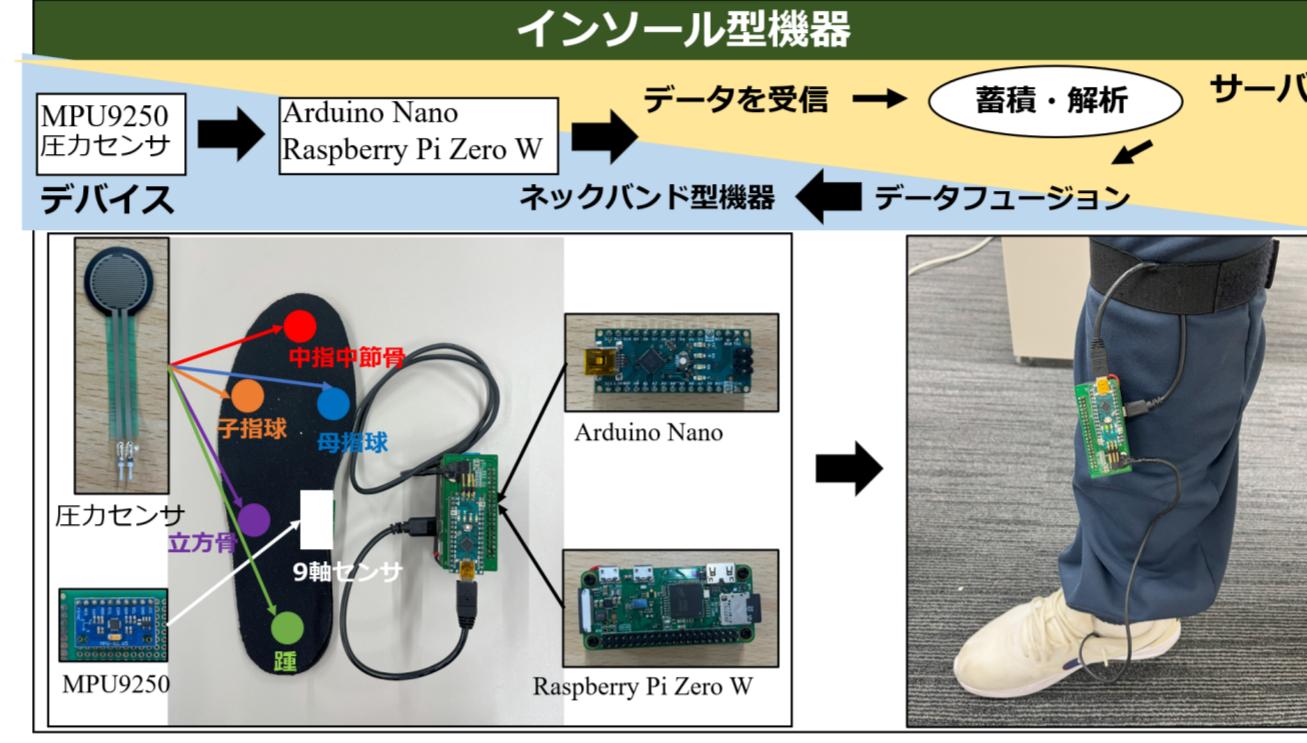


図2 インソール型機器の概要

### 3.2 myBeatとネックバンド型機器

myBeatは小型・軽量の心拍センサで、あらゆる場面で生体データを計測できる。値段は約10万円と高額である。心臓に流れる電気信号を直接拾うことで、高精度に心拍周期を検出することができる。直接肌に装着し、リアルタイムで波形を見ることができる。ベルトで巻くタイプとパットで直接貼るタイプがある。今回はベルトの方で比較を行った。

ネックバンド型センサは光学式の心拍センサで、イヤホンと一緒に化している。メリットは、my Beatと比較して脱着が楽であること、WiFi用いてデータを送れるためリアルタイムで解析を行うことが挙げられる。

図3にネックバンド型機器の概要を示す。心拍センサとBMX055(9軸センサ)で頭の状態とストレス値を測定し、LF/HFが2.0以上になったところで危険時の音声を流し、ストレスコーピングを行う。

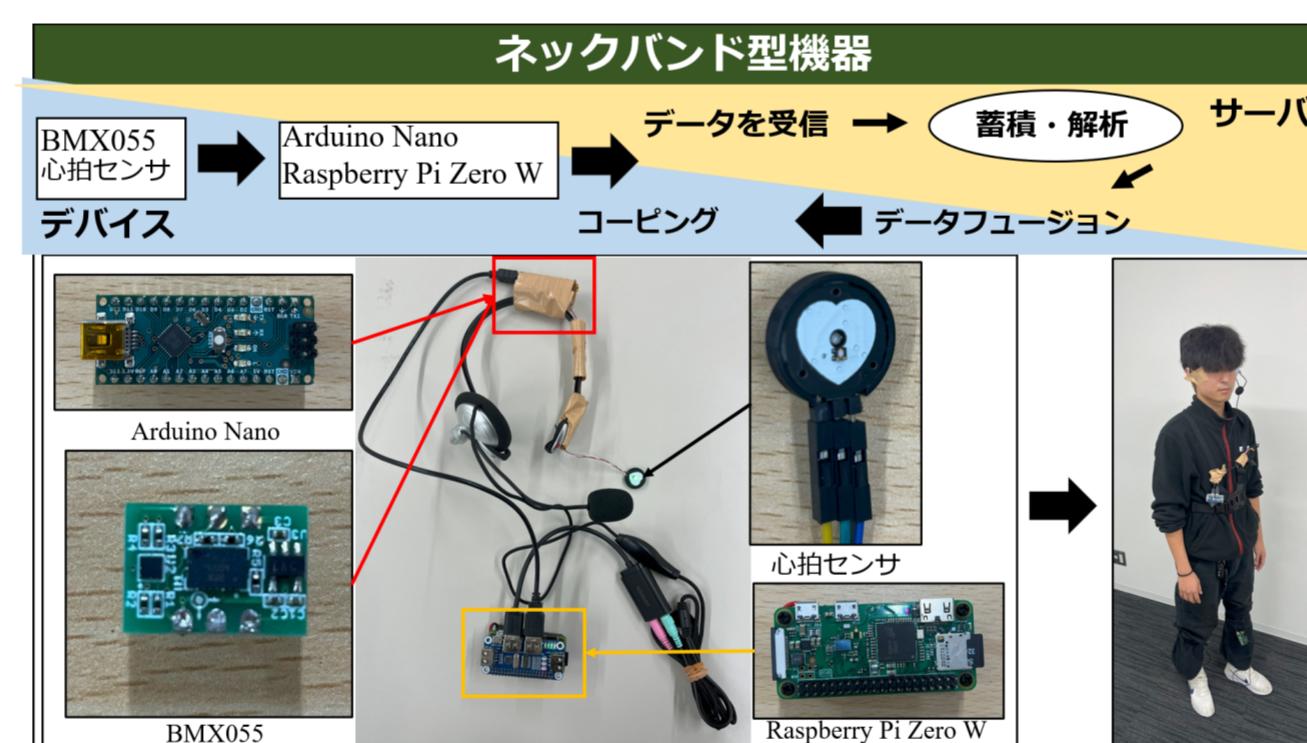


図3 ネックバンド型機器の概要

### 3.3 機器の有意性

インソール型機器の有意性は3.1で前述した先行研究で示されている。ネックバンド型機器の有意性は3.2で前述したメリットより、実用性とリアルタイム解析が行えるため有意性があると考えられる。

図4にmyBeatとネックバンド型機器の比較を示す。RRI, LF, HF, LH/HF全てにおいて同じような特徴を示すことができており、ネックバンド型機器を用いて高額なmyBeatと同じ特徴を提示することを可能とした。健常者5人分のデータを取り、箱ひげ図は全てにおいて0.5以上を示している。したがって、インソール型機器、ネックバンド型機器に有意性があると考えられる。

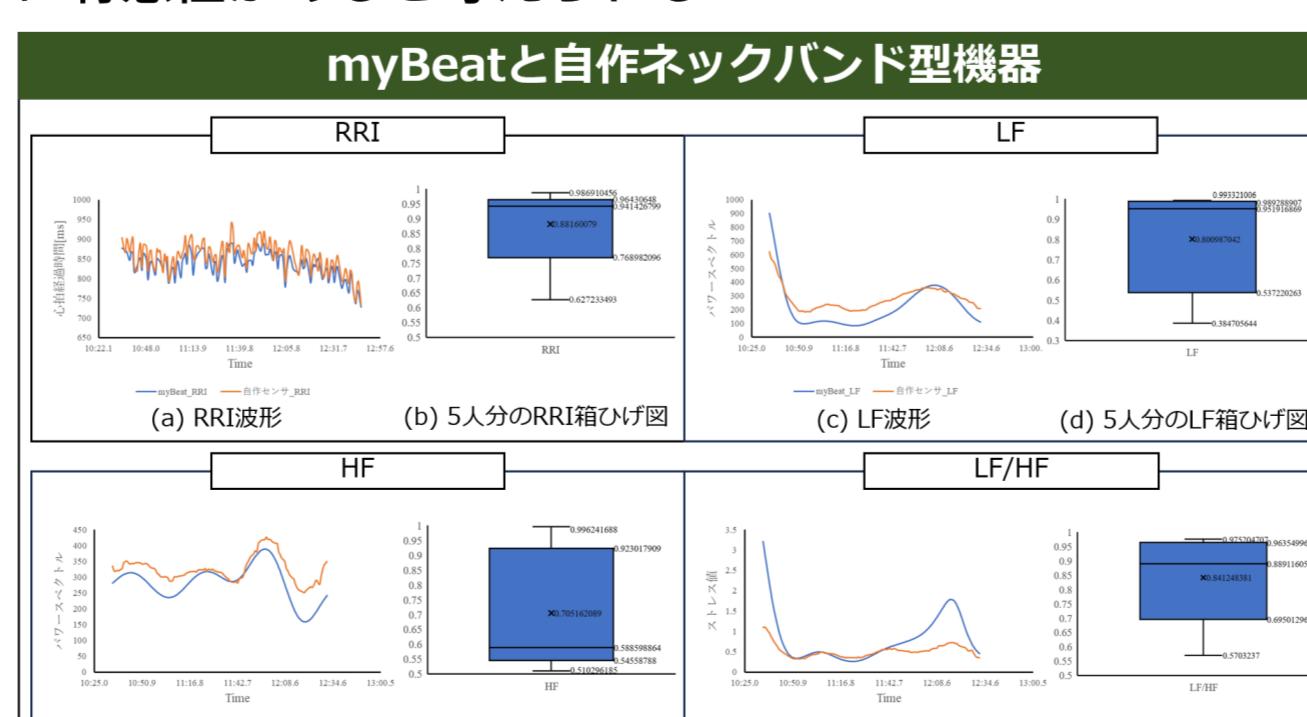


図4 myBeatとネックバンド型機器の比較

## 4 提案手法

インソール型機器ではArduino Nanoの中でMadgwickフィルタを用いて加速度と角速度からロール、ピッチ、ヨーを算出する。ピッチはインソールのつま先を左右に振る動き、ロールはインソールのつま先を上下に振る動き、ヨーはインソールを軸周りに左右に振る動きである。これにより右カーブ、左カーブや足元の不安定さを出すことができる。取得したデータを研究室のサーバーに送信をして、サーバー内でデータ蓄積、解析を行う。

ネックバンド型機器では心拍の測定を行い、サーバーに送信をして、サーバー内でデータ蓄積、解析を行う。解析したストレス値を送信をしてコーピング内容を決定する。内容が決定したコーピングをイヤホンから出力をする。上記の提案手法の概要を図5に示す。

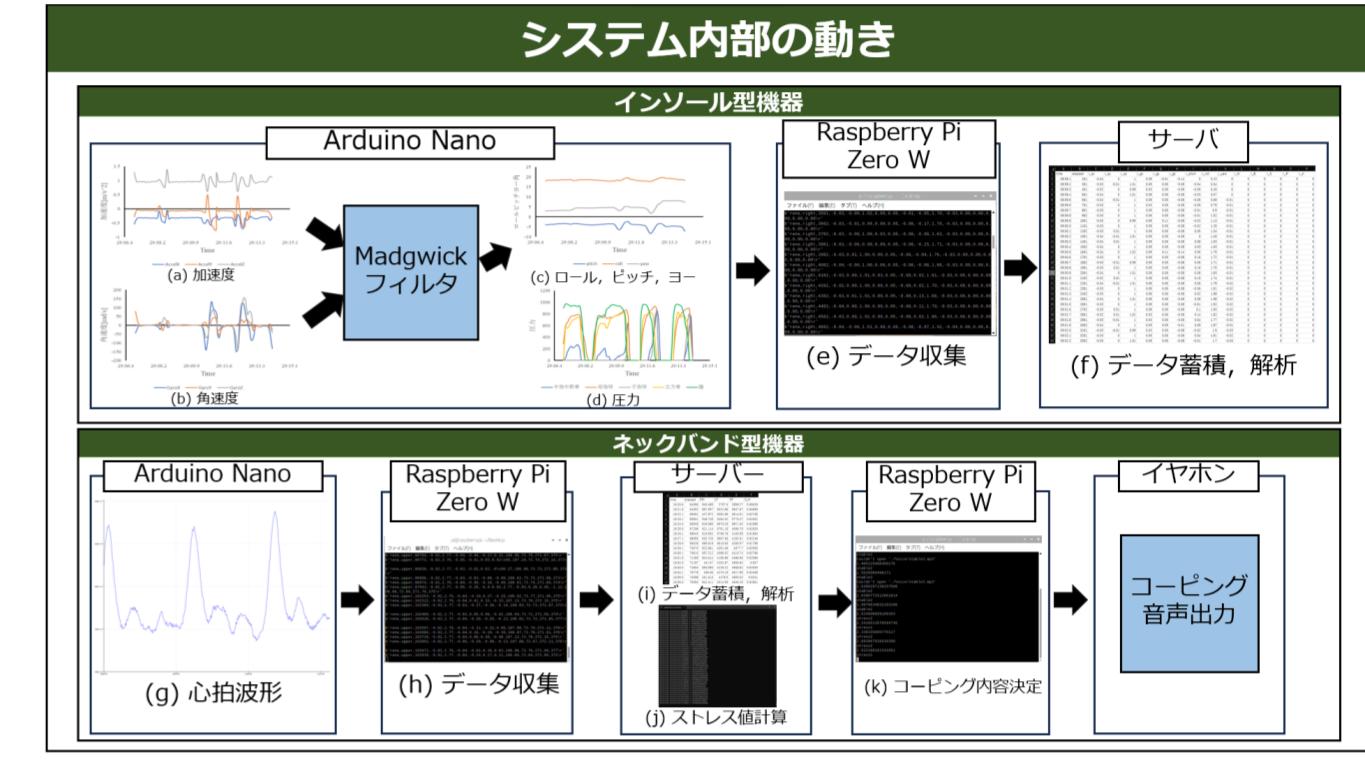


図5 提案手法の概要

## 5 数値実験並びに考察

実験は2023年10月9日午前10時28分から午前10時32分までの4分間で行った。実験場所は富山県立大学N-516の部屋で行った。実験内容は安静時1分を取り、研究室内を左周り2周、右周り2周歩行する実験を行った。足場には段ボールを並べて不安定な道を作り実験を行った。また、比較のためにmyBeatを装着し、比較を行った。

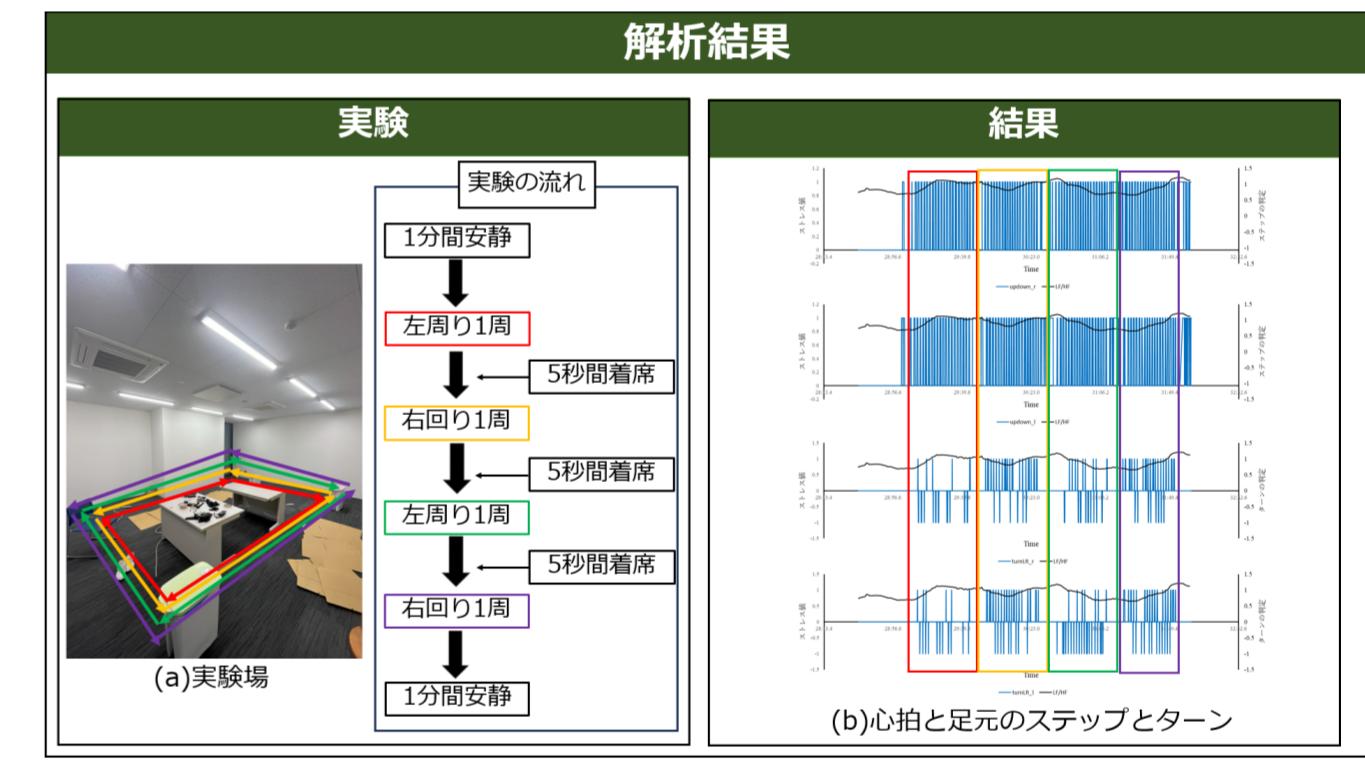


図6 実験結果

図6に実験概要と実験結果を示す。初めに安静時1分経過したあとRRIの値が下がり、ストレス値が上昇していることが分かる。足裏圧とターンの解析結果を見比べると歩き出す直前にストレス値が上昇していることが分かる。しかし、機器のキャリブレーションを正確に行うことができず、正確なターンが出ていないかと考えられる。これらのデータをデータフュージョンすることによって足元の不安定さも考慮したストレスコーピングが行えるのではないかと考える。

## 6 おわりに

本研究では先行研究で使用された機器を見直し、インソール型機器とネックバンド型機器を作成しデータフュージョンを行った。また、ネックバンド型機器の方ではmyBeatとの比較を行い、機器の有用性を示した。今後の展開として音声による行動識別をし、どの行動のときにストレス値が上昇するのかを組み込み、より正確なストレスコーピングを行う。インソール型機器とネックバンド型機器とのデータフュージョンをさらにていき、歩行、作業を安定した状態でできるようにする。将来的には就労継続支援施設を対象とする足元データも考慮したストレスの測定を行う。

## 参考文献

- [1] 大森一輝，“就労継続支援B型事業における作業の不安を緩和させる足元センシングによるICT支援”，富山県立大学学位論文，2023
- [2] 北田真悟，“農福連携における障がい者の支援のための足元データも考慮したネックバンド機器の開発”，富山県立大学学位論文，2023
- [3] 真野明日香，今村考，“残存機能を活用した脚間歩行支援機構の設計と実証実験”，日本ロボット学会誌，2022
- [4] 厚生労働省，“ストレスコーピング”，<https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/dictionary/exercise/ys-068.html>，閲覧日 2023. 11. 9
- [5] bodais，“データフュージョン”，<https://bodais.com/rd/knowledge/datafusionmethod/>，閲覧日 2023. 11. 9