

## 要約

本研究では精神疾患患者を対象とする福祉研究である。先行研究の多くは足裏センサを用いて歩行実験を行いその特徴を調査したが、実用化に向けた研究はあまり進んでいない。本研究は実用化に向けて足元センサデバイスの提案，不安障害を緩和させるシステムを開発し歩行支援を行う。  
キーワード：不安障害，ストレスコーピング，足元センシング

## 1 はじめに

歩行は生活に欠かせない重要な人間の行動の一種である。しかし，精神疾患患者は不安な感情などから歩行に関して難しさを感じている人が一定数存在する。うつ病や統合失調症の患者は不安に感じるがよくあるため，歩行困難に陥る場合がある。このような症状は総称して不安障害とよべる。不安障害とは心配や不安が過剰になり，日常生活に影響を及ぼしてしまうレベルのものをこのことを指し，心と体に様々な不快感を及ぼす。具体的にはパニック障害，社会不安障害，強迫性障害，全般性不安障害がある[1]。

本研究は精神疾患患者を対象としたの歩行支援を目的として研究を行う。そこで，タッチエンス株式会社のショッカクシューズ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とを示すと同時に，患者の不安障害を和らげ，歩行支援を行うシステムの提案を行う。

## 2 農福連携とIoT

### 2.1 障がい者の社会進出

農福連携[1]とは，障がい者等が農業分野で活躍することを通じ，自信や生きがいを持って社会参画を実現していく取組である。農福連携に取り組むことで，障がい者等の就労や生きがいづくりの場を生み出すだけでなく，担い手不足や高齢化が進む農業分野において，新たな働き手の確保につながる可能性もある。近年，全国各地において，様々な形で取組が行われており，農福連携は確実に広がりを見せている。

A型では，65歳未満が対象者にあたり，雇用契約による就労が可能であれば，その契約のもとで就労訓練が行うことができる点が挙げられる。一方で，B型には年齢制限が存在しないことに加え，A型のような雇用契約を結ばない点が挙げられるが，就労継続支援B型事業所で就労を行うことで，支援を受けられることに加え，自分の症状を考慮して比較的簡単な作業から始められる利点を持つ[2]。本研究では，就労支援継続B型に該当する障がい者を対象とする。

### 2.2 障がい者とストレス

障がい者の中には，ストレスに関係のある障がいを引き起こすこともある。その具体例として，自閉スペクトラム症，注意欠如・多動症が挙げられる[3]。

自閉スペクトラム症とは，他者の気持ちや，場の状況および流れを読むことを苦手とした社会的コミュニケーション障がいを中心とする，こだわり，感覚過敏症といった自閉症が持つ特徴をいくつかの程度で示す障がいである。

注意欠如・多動症とは，多動性，衝動性，不注意を軸とした障がいである。同じAD/HDでも多動性と衝動性が優勢となる障がいや，不注意が優勢となる障がいが存在し，前者は落ち着きがない，話が多い，我慢できないといった特徴を持ち，後者は集中力の欠如，優柔不断といった特徴を持っている。また，多動性，衝動性，不注意の3つを持つ障がいも存在する。

### 2.3 障がい者を支えるIoT

本研究では，障がい者が，社会で健常者と同等の活動を行うことを可能にさせるために足元センシング機器と小型ストレスコーピング機器を開発する。足元センシング機器では，足元状態の測定，行動識別，歩行支援を行う。小型ストレスコーピング機器では，心拍センサからストレス値を測定し，ストレス値にあった声かけを実施する。

## 3 小型ICT機器の開発

### 3.1 自作足元センシング機器

先行研究では歩行時に影響を与えることのない足裏部の3軸応力分布システムの有効性を確認している[3]。これを用いて傾斜路歩行時と階段昇降時の足裏応力分布を計測し，各測定点での3軸応力のピーク値や時間的推移，足裏で生じる応力の空間的な推移の様子など，定量的なデータを得ることができた。それぞれのデータにおける足圧の特徴量を見出すことができおり，歩行に影響しないコンパクトなセンサデバイスを提案した[4, 5]。

### 3.2 myBeatと自作センサ

ショッカクシューズはタッチエンス株式会社の足裏センサで，6軸触覚センサが3つと中央に6軸MPUが搭載されており，重心，3軸情報(地面反力，推進力，左右揺動力)を得られたセンサデータからタッチエンス社独自AIで解析できるデバイスである。

自作センサはFSR402圧力センサが6つとMPU9250センサを1つ搭載しており，ショッカクシューズと比較し圧力センサの数を2倍の6個搭載した。また，MPU9250は足首に装着するように設計した。これにより加速度，角速度を足首から取得することができる。

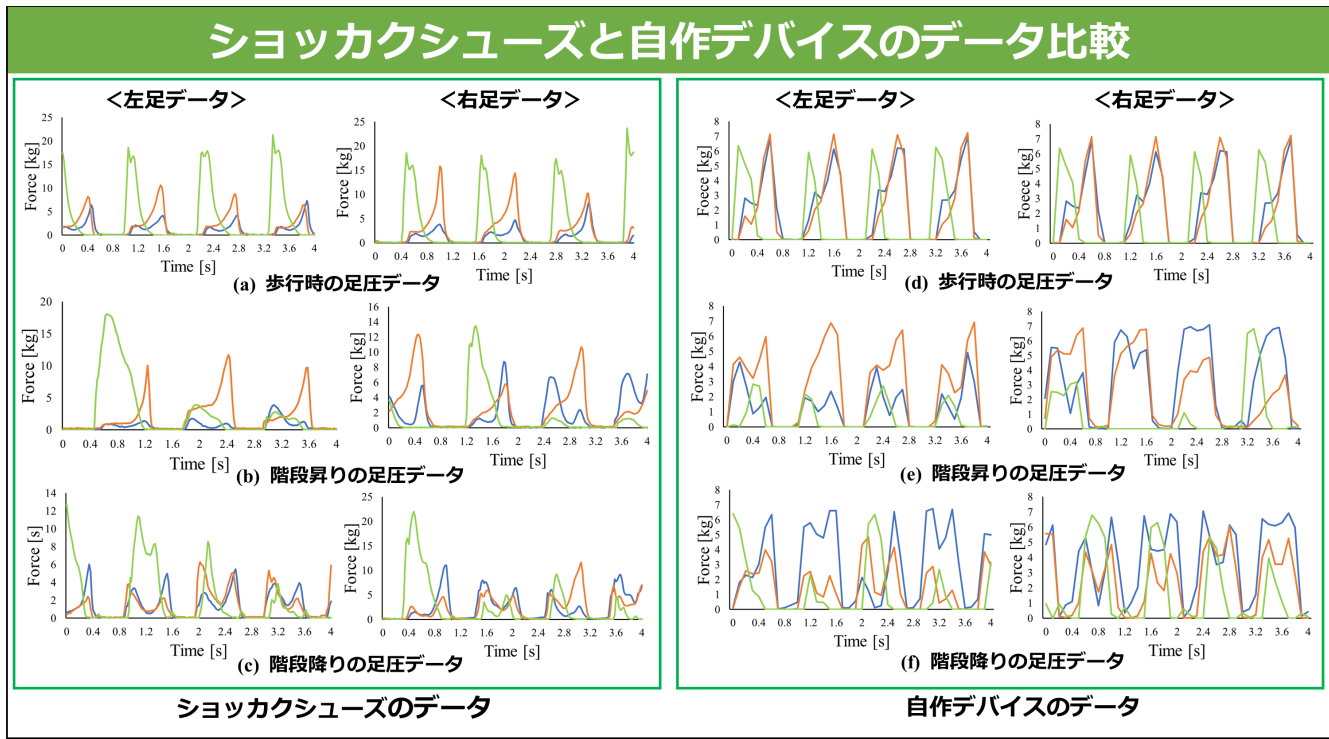


図4 ショッカクシューズと自作デバイス

図4にショッカクシューズと自作デバイスのデータをグラフにして示す。グラフの線はそれぞれ青は母指球，橙は子指球，黄緑は踵を表す。どちらも歩行時の特徴を示すことができおり，自作センサを用いて高額なセンサデバイスと同じ特徴を提示することを可能とした。

### 3.3 自作センサの有意性

ショッカクシューズと自作デバイスを比較し，自作デバイスの利点を示す。図5は自作デバイスの概要と有意性を示したものである。ショッカクシューズの触覚センサは母指球，子指球，踵の3か所にそれぞれ配置されているが自作センサはさらに中節骨，楔状骨(けつじょうこつ)，立方骨にそれぞれ1つずつ配置した。それにより細かな身体のバランスを測ることを可能とした。

また，ショッカクシューズはバッテリー持続時間を30分ほど，加えて充電時間が2時間としているが，自作デバイスのPiSugar2は約4時間ほどの駆動を可能とし，長時間の利用を可能とした。さらに充電時間を30分としたためバッテリー切れになっても短い時間で充電を終えることができる。これにより，日常生活で用いることができるため実用化に近づく。



図5 自作デバイスの概要

## 4 提案手法

本研究は行動識別のために，最適化アルゴリズムAdamを用いて機械学習を行う。このとき，8割を学習データ，

2割をテストデータとする。また，拡張カルマンフィルタを用いて内部モデルを予測し，足元の状態推定を行う。

歩行，階段昇り，階段降り，右片足立ち，左片足立ち，着席，走行，直立の8つの行動データを，足元データが両足で24種類，拡張カルマンフィルタの結果が両足で18種類，重心の座標が両足で4種類の計46種類を機械学習させ，結果をもとに被験者の行動を予測し歩行を促すように応答を行う。上記の提案手法の概要を図6に示す。

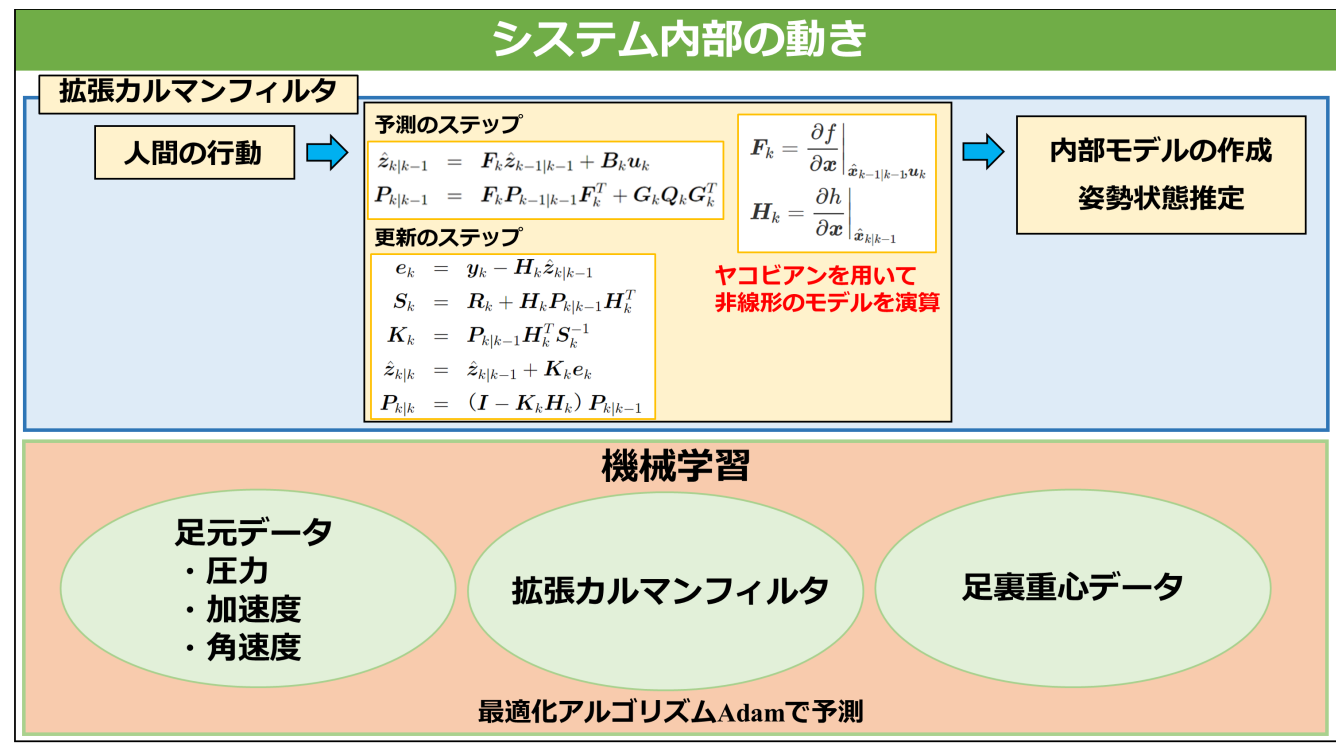


図6 提案手法の概要

## 5 数値実験並びに考察

実験に用いる機械学習の教師用データは，上記の46種類を8つの行動分で合計3681610個のデータを用いる。これをもとに2022年10月23日午後4時47分から午後6時15分までの1時間28分間の行動と2022年10月25日午前0時30分から午前1時30分の1時間の行動を予測する。数値実験の結果を図7に示す。実際の行動と比較して高い確率で行動を予測することができた。しかし，現在の分析法では土の上を歩いているのか砂利道を歩いているのかといった，細かい条件が分からない。そのため行動条件を追加し，それに合わせて危険予測を行う必要がある。

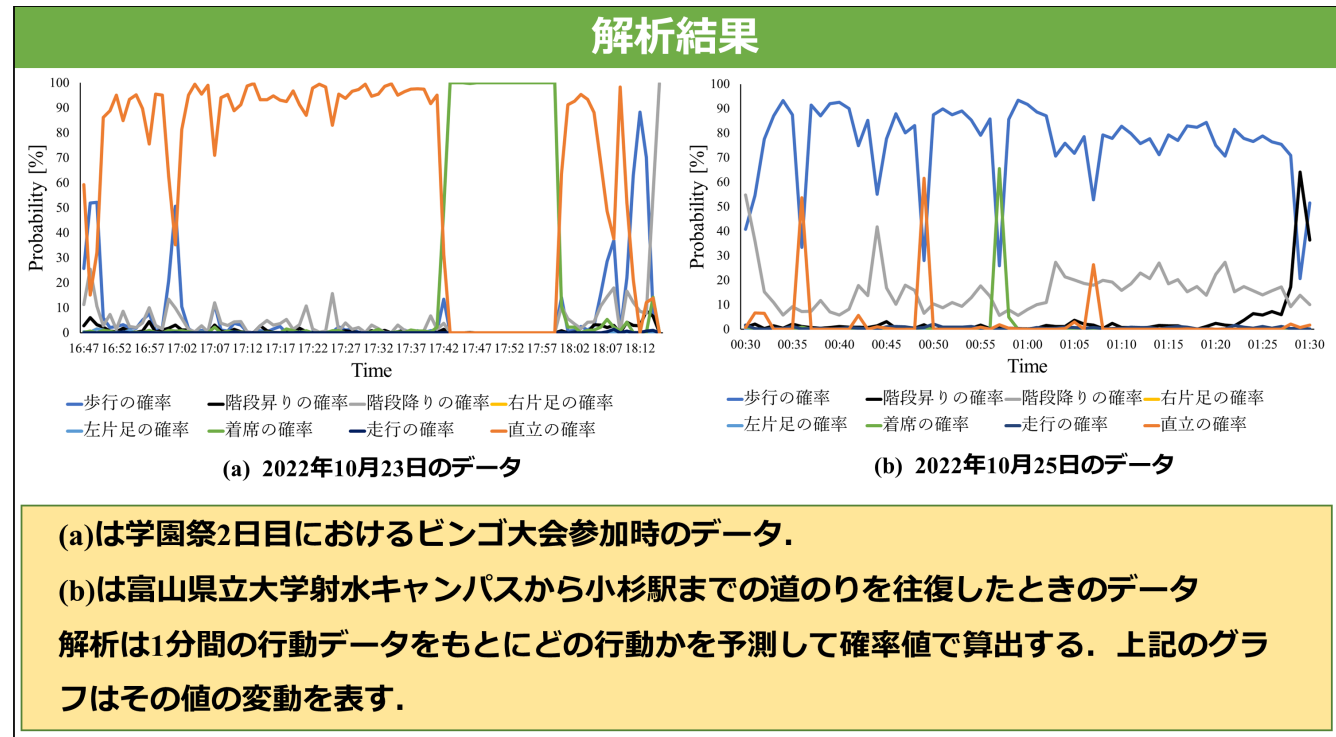


図7 実験結果

## 6 おわりに

精神疾患患者に向けた歩行支援を行うセンサデバイスを開発した。今後の展開として，機械学習の教師用データを歩行条件によって増やし，より細かな行動識別を行えるシステムの開発を目指す。

## 参考文献

- [1] 農林水産省，“農福連携の推進”，<https://www.maff.go.jp/j/nousin/kouryu/>，閲覧日 2023. 8. 31
- [2] 株式会社Cocorport，“就労支援とは（就労移行支援と就労継続支援A型，B型の違いについて）”，[https://www.cocorport.co.jp/about\\_ikou/](https://www.cocorport.co.jp/about_ikou/)，閲覧日 2023. 8. 31
- [3] 林 剛丞，江川 純，染矢 俊幸，“ストレス関連障害を示す発達障害”，ストレス科学研究，2015
- [4] 中井 亮仁，森下 康彦，下山 勲，“MEMS3軸力センサを用いた傾斜路歩行時の足裏応力分布計測”，日本機械学会，シンポジウム：スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス，No. 14-40，2014
- [5] 中井 亮仁，永野 顕法，高橋 英俊，松本 潔，下山 勲，“MEMS3軸力センサを用いた階段昇降時の足裏応力分布計測”，日本機械学会，シンポジウム：スポーツ・アンド・ヒューマン・ダイナミクス，No. 13-34，2013