

卒業論文

農福連携による障がい者の社会参加を支援する
小型ストレスコーピング機器の開発

English title

富山県立大学 工学部 電子・情報工学科

1915026 北田 真悟

指導教員 奥原 浩之 教授

提出年月: 2023 年 2 月

目次

図一覧	ii
表一覧	iii
記号一覧	iv
第1章 はじめに	1
§ 1.1 本研究の背景	1
§ 1.2 本研究の目的	2
§ 1.3 本論文の概要	3
第2章 ストレスコーピングのための小型 ICT 機器	3
§ 2.1 IoT 機器の構成とデザイン	3
§ 2.2 コーピングの内容決定と音声・画像の出力	5
§ 2.3 短期ストレスと中長期ストレスとの関連	8
第3章 農業と福祉の連携	12
§ 3.1 障がい者の社会進出	12
§ 3.2 障がい者とストレス	15
§ 3.3 障がい者を支える IoT	17
第4章 提案手法	20
§ 4.1 装着方法の検討	20
§ 4.2 センサによる行動識別	20
§ 4.3 提案手法のアルゴリズム	20
第5章 数値実験並びに考察	21
§ 5.1 数値実験の概要	21
§ 5.2 実験結果と考察	21
第6章 おわりに	22
謝辞	23
参考文献	24

図一覽

2.1	先行研究のウェアラブル装置	5
2.2	ストレス状態の表示	7
2.3	ストレスチェック制度概要 [22]	9
2.4	国が推奨する 57 項目の質問票 [23]	9
2.5	被験者 A の短期ストレス結果	10
2.6	被験者 A の中長期ストレス結果	10
2.7	被験者 B の短期ストレス結果	10
2.8	被験者 B の中長期ストレス結果	10
2.9	被験者 C の短期ストレス結果	10
2.10	被験者 C の中長期ストレス結果	10
3.1	就労継続支援 B 型事業所の利用推移	13
3.2	ぶどうの森	14
3.3	CWT によるスペクトログラム [16]	16
3.4	Tactile Score, hte third line illustrates normal strength and above the third lines shows weaker strength and the below, stronger strength.	17
3.5	心理的障壁の分類と大きさ	18
3.6	ビニールハウス農業	19
4.1	上半身への装着方法	21

表一覧

2.1 経過時間と状態による決定表	6
2.2 行動識別によるコーピング決定表	7

記号一覧

以下に本論文において用いられる用語と記号の対応表を示す.

用語	記号
n 次元上の点	P
n 次元上の点	Q
n 次元上の点をベクトル表記したもの	$\vec{x}$
n 次元上の点をベクトル表記したもの	$\vec{y}$
$\vec{x}$ の k 番目の要素	x_k
$\vec{y}$ の k 番目の要素	y_k
解析対象となる信号	$x(t)$
基本ウェーブレット	ψ
スケールパラメータ	a
シフトパラメータ	b
定数	ω_0
抽出周波数	f
定数値	λ

はじめに

§ 1.1 本研究の背景

IoTとは、Internet of Thingsの略称であり、モノのインターネットと呼ばれている。従来では、PCやサーバが主な通信手段とされ、コンピュータ同士が接続することであるという認識があった。しかし、技術の向上により、スマートフォンやタブレット端末などの、誰もが所有しているものでも接続が可能になった。

また、近年ではエアコンのスイッチを切り替えるときや照明機器の制御を行うときにスマートフォンからの接続で機器を操作することができるようになったため、家にいなくても外からの操作で自由に制御を行い、電力の浪費や忘れ物を軽減することが可能である。さらに、部屋の家電や照明の制御に限らず、装置の動作確認や異常検知など、多岐にわたってIoTが利用されている。

現在の無線方式には、WifiやLTE、4Gといった様々な無線方式が存在することに加え、4Gの通信速度を上回るとされる5Gの登場により、一度に多くのデータの送受信を行えることが期待されている。

しかし、IoTでは大部分が小さなデータを取り扱う点から、これらのようなブロードバンドでの通信は、消費電力の多さから、長期的な使用には適性が低いと考えられている。そこで、モノの通信には少ない消費電力を特徴とする通信方式が重要視されている。

また、IoTの活用という面では、障がい関連団体からの要望が届く事例がある。具体例としては、障がいの状況に応じて意思疎通を図ることのできる機能の実装や、社会参加のための公共交通機関における移動の補助、職員と利用者の行動記録の自動化が挙げられる。身体や心に問題が見られ、社会での活動が難しいと考えられる人々でも、簡単な作業から小さな経験を積み重ねることで社会での活動に慣れていくことを手助けする施設が増えている。

実際に、障がい者の雇用問題については、障がい者雇用促進法により、ハローワークの求人開拓や障がい者職業センターからの職業評価、障がい者就業・生活支援センターでの支援といった職業リハビリテーションの推進、差別の禁止や対象障がい者への雇用義務等などに基づいた雇用の促進のような、障がい者が安心して就業できるための法律が整備されてきた。

しかし、法律が整備された後にも課題が残っている。それは、障がい者がコミュニケーションの場でストレスを感じることが多いとされている点である。先行研究では、障がい者がストレスを感じやすい点からメンタルヘルスケアへの需要が増加し、社会活動を行うために情報面や物理面の障壁を減らす必要があるとされている。

§ 1.2 本研究の目的

本研究では、就労支援施設で働く障がい者に生体情報を記録するためのセンサが搭載された小型ウェアラブル装置を装着してもらうことで、ストレスの測定を行い、そのストレス値に応じてコーピング指示を発令させることで、ストレスが正しく変動することに加え、健常者との計測結果と比較し、双方のストレス値の変化における関係性の有無を把握することを目的とする。

研究において使用する装置は、ウェアラブル装置によるセンサ、カメラ、マイクからデータの収集を行うものとする。また、カメラとマイクからは、取得した画像や音声をそれぞれテキストデータに変換し、それらのテキストデータをライフログに蓄積させる。蓄積されたライフログは、行動識別を行うために用いられる。

作成した装置は、屋外での使用が想定され、身体を動かすことを考慮するため、首に装着することが可能な小型ウェアラブル装置でストレス測定を行う。装置を使用することで、ストレスがしきい値を超えたときに発令されるコーピング指示で装着者のストレスが下がるといった流れが確認でき、装着中にこの流れが正常に動作していることを確認できた場合に、本研究で使用したウェアラブル装置によるストレスの測定およびストレスの軽減が正しく行われていると考えられる。

行動識別には、自分の行動が記録されているため、ストレスの元であるストレッサーを発見しやすくなるといった利点が挙げられる。また、発令させるコーピング指示には、ストレスの元となるストレッサーに直接はたらきかける役割を持っている。これにより、日常生活において、仕事中や勉強中のような普段はストレスが溜まってしまう場面でも、ストレスの増加を軽減できる機会が多くなる。

ストレスの測定方法は、ウェアラブル装置に搭載された心拍センサを使用する。このセンサを用いてストレス値の導出に必要となる LF と HF の 2 つの変動波からストレス値の基準となる LF/HF 値を導出する。導出された LF/HF 値をもとに、コーピング指示が発令され、この指示が装着中に何度発令されたかを考慮してストレス評価を行う。LF/HF 値およびマイクによる行動識別の記録を行った後に、装着者を対象としたコーピング指示が発令される。コーピング指示は、HTML を用いた視覚による表示とイヤホンからの音声出力の 2 つを用いて発令される。

HTML 表示では言葉と図を用いてストレス状態を公開する。HTML を用いることで図から情報を得ることが可能となり、誰でも簡単に情報取得を行える利点が挙げられる。一方で、イヤホンからの音声出力では、小型ウェアラブル装置に搭載されたイヤホンから、ストレスの変化に応じてコーピング指示が発令される。これにより、装着者は作業を行いながらいつでも指示を聞くことができる利点が挙げられ、発令されたコーピング指示をすぐに実行してストレス軽減につなげることが可能である。

提案手法に基づく実験では、実際に、就労支援施設で働く障がい者に取り付けた状態で、農具の操作や、作物の収穫等の農作業をはじめとした業務を行ってもらう。これにより、どのような場面でストレスが発生し、ストレス値がしきい値を超えたときにコーピング指示が発令されているかを調査することで、作成したウェアラブル端末が正しく動作し、本研究における正しいストレス分析が行われている点について検証を行う。また、対象となる障がい者には、精神疾患を持っている被験者が装置を装着した状態で施設の従業員からの手助けが必要となる回数を減らし、従業員の負担を軽減することが可能かも調査する。

§ 1.3 本論文の概要

本論文の構成は、以下の通りである。

第1章 本研究の概要と目的について説明した。まず、概要ではIoTとその通信方式について解説したうえで、障がい者におけるこれらの技術に関する課題点について述べた。次に、目的ではウェアラブル装置における研究の概要と、装置を使うことで得られる利点について述べた。

第2章 先行研究におけるストレスコーピングに使用する小型ウェアラブル装置の構成や、装置を使用したうえで発生するコーピング指示の概要について述べる。さらに、ウェアラブル装置を用いて測定した短期ストレスと、ストレスチェックシートによる中長期ストレスの関連性について解説する。

第3章 就労支援施設で働く障がい者の現状と、働くことで発生するストレスや、その課題および解決策について述べる。

第4章 本研究における提案手法について述べる。

第5章 数値実験の概要と結果について述べる。

第6章

ストレスコーピングのための小型ICT機器

§ 2.1 IoT 機器の構成とデザイン

人間の日常生活からデータを取得することが可能である。取得することのできるデータは、ライフログと呼ばれている。ライフログの定義は、”利用者のネット内外の活動記録(行動履歴)が、パソコンや携帯端末などを通じて取得・蓄積された情報”とされ、検索語句、アクセスしたURL、使用時間などの閲覧履歴や、電子商取引における利用情報、GPSなどを用いて取得された位置情報が挙げられる。ライフログの研究は、マイクロソフトコーポレーションのMyLifeBitsが挙げられる。これは、コンピュータにおける操作および動作の情報をデジタル化させるといったプロジェクトであった。近年のライフログの用途としては、スマートフォンやウェアラブル端末が社会に普及したことから、距離や経路に加え、心拍数など、人間の行動に基づくデータの収集が可能になり、これらのデータを使って生活の質を向上させようとする人が増えつつある。

Arduino nano と Raspberry Pi Zero WH に生体情報を取得するためのセンサを搭載したウェアラブル機器を使用する。また、Raspberry Pi Zero WH には、装置を使用する環境の静止画像を取得するためのカメラモジュールと、音声入力を行うための Respeaker2-Mics Pi HAT を取り付ける。使用する装置や部品の内容を以下に示す。

Raspberry Pi Zero WH

Raspberry Pi とは、小型の電子基板に CPU や GPU などのコンピュータに必要な機能が搭載されたシングルボードコンピュータである。複数のモデルが存在する中でも小型で省電力であり、カメラや bluetooth が使用できる。さらに、無線 LAN や GPIO ピンを使用することでデータの送受信やデータの測定が可能となる。

Arduino nano

Arduino nano とは、基本的なモデルである Arduino Uno をさらに小さくしたモデルであり、ブレッドボードに差し込むことでセンサの配線が可能になっている。また、Arduino に PC で作成したプログラムを書き込むことや、PC からの制御も可能である。

Respeaker2-Mics Pi HAT

Respeaker2-Mics Pi HAT とは、Raspberry Pi 用のデュアルマイク拡張ボードであり、Amazon や Google が提供する音声サービスにも対応している。この装置の両側にマイクが搭載されており、音声入力はここから行う。また、音声入力に限らず、搭載されたイヤホンジャックを用いて音声出力も可能になっている。

搭載するセンサ

先行研究において取り付けるセンサは、生体情報と環境情報の2つの区分に分けられる。実際に用いられたセンサは、環境センサに該当するものが、温度センサ、湿度センサ、気圧センサ、加速度センサ、角速度センサ、地磁気センサ、照度センサであり、生体センサに該当するものが、体温センサ、心拍センサ、GSRセンサである。

モバイルバッテリー

装置を動かすためにモバイルバッテリーを使用する。使用する Raspberry Pi Zero WH において、コードでモバイルバッテリーを接続することができるため、長時間接続することのできる 10000mAh の容量が多いモバイルバッテリーを採用した。

スマートフォン

作成したウェアラブル装置で取得したライフログのデータをサーバへ送信するために使用する。Wifi ルータでは、ルータが使用可能である範囲からウェアラブル装置が外れてしまったときに通信を行うことができなくなるといった短所があったため、場所が限定されることがないことに加えて、持ち運びのできるスマートフォンで通信を行うことにした。

Respeaker2-Mics Pi HAT は、聴覚からの情報を提供するという役割を持っている点から、コーピング指示が発令された時に、視覚的な情報を提供する HTML を見ることができない状況で、耳から情報を発信することができる利点を持つため、コーピング指示を受けやすくなる点が挙げられる。

先行研究で、GPS センサと人感センサを取り入れている研究があったが、GPS センサを取り付けるための目的として、装着者が作業をする場所を認識させるということがあった。しかし、場所の認識には、Respeaker2-Mics Pi HAT であれば、マイクからの音声入力で作業を行う場所を入力することができる。これにより、GPS センサが不要となり、Respeaker2-Mics Pi HAT の需要が高まった。そして、人感センサは、人間の所在を検知するといった特徴を持っているが、これは Respeaker2-Mics Pi HAT のマイクで装着者の情報を入力するため、人感センサも GPS センサと同様に不要になった。

Raspberry Pi Zero WH, Arduino nano, 複数のセンサを用いることで、装置を作成する。機器の小型化を行ったことにより、装置を装着したことによる違和感や、行動が制限されるといった点から発生するストレスを軽減させることが可能となった。先行研究におけるウェアラブル装置を以下の図〇〇に示す。

さらに、各生体情報を収集するために必要なセンサはユニバーサル基盤にはんだ付けを行った。センサを取り付ける手法には、ブレッドボードに直接配線を行うといった手法も挙げられる。ブレッドボードを使うことによって、配線が簡単になることや、装置の作成に多くの時間を必要としない利点を持つことが挙げられるが、装着者が、身体を動かすことで、装置に取り付けていたワイヤやセンサが外れ、正しくデータを収集することができないといった短所があった。そこで、完全にワイヤやセンサを固定するはんだ付けによる作成を行った。

はんだ付けを行うことでセンサを固定し、装着した状態で行動してもセンサが外れるといった問題を解決した。また、センサを取り付けたユニバーサル基盤について、基盤を直接装着させることによって装置に取り付けたワイヤの先端や、装置の先端部分が身体に触

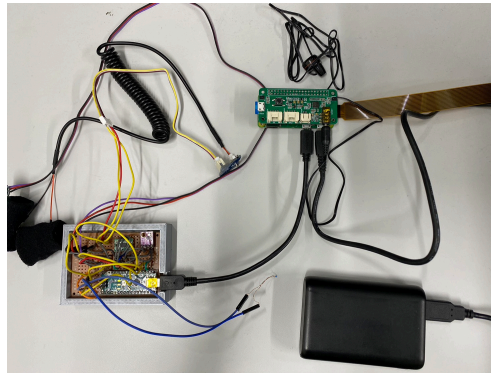


図 2.1: 先行研究のウェアラブル装置

れることによって感じる痛みや不快感を軽減するために、3D プリンターで装置のケースを開発し、収納させることで違和感や不快感の軽減を行った。

実際に、ライフログの収集は、Raspberry Pi Zero WH と、Arduino nano をコードで接続し、テザリングを用いて通信を行い、データを収集する。Arduino nano から収集した、各センサの値を Raspberry Pi Zero WH に送信し、送信後に Raspberry Pi Zero WH から、テザリングを経由して研究室のサーバに収集したデータを送信する。ここで、VNC viewer という Raspberry Pi Zero WH を遠隔操作することができるアプリケーションを用いることで、PC やスマートフォンからでも Raspberry Pi Zero WH を操作することが可能である。

サーバへ送信したライフログのデータは、サーバ上の csv ファイルに格納される。このデータは、ウェアラブル装置が装着者のライフログのデータを収集し、サーバへ送信される度に蓄積されるようになっている。

§ 2.2 コーピングの内容決定と音声・画像の出力

コーピングとは、ストレスを対処することや負担を減らすことを目的とした手段である。コーピングには、大きく分けて3種類の区分が存在し、それぞれが重視している点や、コーピング内容が異なっている。以下に示すのは、存在するコーピングである問題焦点型コーピング、情動焦点型コーピング、ストレス解消型コーピングである。

問題焦点型コーピング

ストレスの元であるストレッサー自体を取り除くことで、ストレスが溜まった状態から抜け出すことができるように行動することを指す。主な例としては、職場環境や人間関係を変化させることでストレッサーから離れることや、家族や友人への相談などのカウンセリングを受けるといったことが挙げられる。

情動焦点型コーピング

この手法では、ストレスに対する考え方や感じ方を変えることを重視する。具体的な行動例として、気持ちが沈んだ時に友人と会話をして楽観的になろうとすることや、上手くいかないことに対して“誰にでもこのようなことはある”と言い聞かせるなど、悲観的な状況から離れようとするといったことが挙げられる。

表 2.1: 経過時間と状態による決定表

行動経過時間	ストレス状態	Cope	Cope1
45 分以上	要注意 注意 良好	コーピング指令 コーピング指令 警告文	‘長時間行動なので’ ‘長時間行動なので’ なし
45 分以下	要注意 注意 良好	コーピング指令 警告文 コーピングなし	‘短時間行動だが’ なし なし

ストレス解消型コーピング

ストレスが溜まった時に気晴らしを行うことでストレスを発散する手法である。ストレスの発散における行動例としては、趣味に打ち込むことや、運動をして体を動かすなど、考え込む必要がなく没頭しやすい行動をとることが挙げられる。

コーピングの研究では、抑うつ、不安といった否定的な側面や QOL および SWB のような肯定的な側面を兼ね備えた精神的健康を予測するといった研究が存在する。この研究によって、ストレスコーピングが、精神的健康において影響を与えるといった結果が示されている。短期ストレスへの対処方法として、コーピングを用いることで人間のストレスが軽減されることは先行研究において立証されている。また、本研究では問題焦点型コーピングを用いて、センサやマイク、カメラによる行動識別からコーピング指示の内容を決定し、ストレスに直接はたらきかけることでストレスそのものを断ち切るシステムの開発を行う。

コーピングが発動されるまでの過程として、Arduino nano からセンサデータを取得し、Raspberry Pi Zero WH にセンサデータを送信する。一方で、Raspberry Pi Zero WH 上では、カメラモジュールによって撮影された静止画像をサーバに送信する。センサデータは 1 分間隔でサーバに送信される。これらのデータは、サーバ上の csv ファイルに日付と時刻と同時に記録される。また、コーピング指示は、HTML 表示とイヤホンによる音声出力を通じて行われる。コーピング指示の判定は、行動経過時間やストレスの状態、装着者の行っている行動内容に基づいている。まず、ストレスの状態には、LF/HF 値に基づいた判定を行う。LF/HF 値が 2.0 未満の時には“良好”，2.0 以上 5.0 未満の時には“注意”，5.0 以上の時には“要注意”と判定される。そして、行動内容には、装着者が現在行っている具体的な行動について記録される。LF/HF 値の導出方法は、式〇〇に示されている通りである。

$$\frac{LF}{HF} = \frac{LF_1 + LF_2 + LF_3 + LF_4 + LF_5}{HF_1 + HF_2 + HF_3 + HF_4 + HF_5} \quad (2.1)$$

ここで、 LF_1 と HF_1 は算出の対象であるパワースペクトルの配列に格納されている 200 番目の LF 成分および HF 成分を使用している。上式で同様に使用されている LF_2 , HF_2 , LF_3 , HF_3 , LF_4 , HF_4 , LF_5 , HF_5 は、それぞれ 400 番目, 600 番目, 800 番目, 1000 番目の要素を表す。パワースペクトルの算出方法は、3.2 で解説する。次に、行動経過時間について、長時間の同じ行動は精神的に負荷を与えてしまうといった点が挙げられる。実際に、先行研究では、長時間の作業により、機嫌を損ねてしまうことや、怒りを抱くといった悪

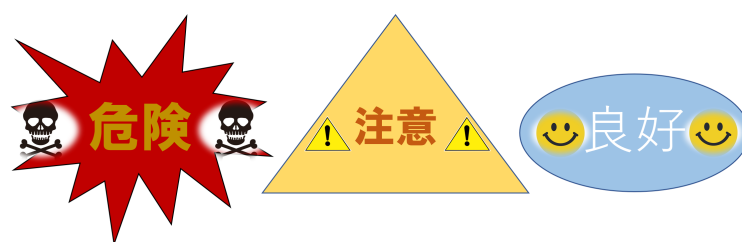


図 2.2: ストレス状態の表示

表 2.2: 行動識別によるコーピング決定表

行動識別	原因	指示・警告
農作業	‘身体に負担がかかるので’	‘呼吸を整えましょう’
事務作業	‘目が疲れるので’	‘目を休めましょう’
ウォーキング	‘歩き続けているので’	‘そろそろ休憩しましょう’
休憩	‘休憩中ですが’	‘負荷がかかっています’
...	...	...
不明, 他	‘その他の行動により’	‘行動変化をしましょう’

影響が及ぶといった結果が出ている。そこで、行動経過時間に 45 分の上限を設けることで、長時間行動したことにおける判定を追加した。この判定を追加したことにより、LF/HF 値が“注意”の状態になっている場合でも、コーピング指示には、“長時間行動なので”という文を追加した。表〇〇は、行動経過時間によってコーピング指示が発令されるかを示している。コーピングの HTML 出力とイヤホンからのコーピング指示のパターンの例を表〇〇に示す。コーピング HTML には、時刻、場所、行動状態、行動開始からの経過時間、ストレス値とその値の程度を示す図、コーピング指示が表示される。マイクによる現在の状況の音声入力において、表〇〇の言葉が含まれているとき、その状況に応じたコーピング指示が発令される。このマイク入力において場所や行動の入力が行われていないとき、行動識別が不明になるが、装着者の行動による負担は行動経過時間で把握することが可能であり、“他の行動をしてください”といった指示が作成される。

コーピングでは、マイクの音声入力とカメラから撮影した画像を用いて行動識別を行う。ここでは、画像認識については Computer Vision API が使用され、音声認識では Google Speech API を使用する。Computer Vision API を用いることで、リアルタイムでの画像分析が可能になることに加え、Google Speech API を用いることで音声入力データをテキストデータに変換することができる。

また、行動識別における手法は階層的クラスター分析を用いる。階層的クラスター分析とは、対象となるデータ群から最も似たデータをまとめ、クラスター数を減らす手法である。先行研究では、似たデータをまとめるためにデンドログラムと呼ばれる樹形図を作成することでまとめたデータを視覚的に確認することが可能である。階層的クラスター分析では、分類するデータ間の類似度について、ユークリッド距離を用いる。ユークリッド距離とは、2 点間の直線距離を表すものであり。この距離の導出については、式〇〇から求

めることが可能である。

$$d(P, Q) = |\vec{x} - \vec{y}| = \sqrt{\sum_{k=1}^n (x_k - y_k)^2} \quad (2.2)$$

クラスターの結合方法として、ウォード法が挙げられる。ウォード法とは、全てのクラスターにおいて距離が最も近い2つのクラスターを結合させることで、まとまった1つのクラスターにさせる手法である。デンドログラムでは、ウェアラブル装置に搭載されたカメラによる画像から得られる情報をテキストに置き換える。置き換えられたカメラのテキストデータは、word2vecにより数値ベクトルに置き換えることができる。

また、デンドログラムの各クラスターのラベルについて、マイクから得た音声データをテキストデータに置き換えてラベル付けを行う。使用するマイクの音声データの入力是一定ではないため、センサデータを収集するプログラムとは別の扱いとしてサーバへの送信は可能なプログラムを作成する。

マイクの入力では、マイクに向かって起動するために必要な単語を呼びかける。ここで入力に成功すると装着者の状態と場所の入力を行う必要がある。例えば、自分が今、学校で勉強をしているのであれば、場所は“学校”であることに加えて、状態は“勉強”をしているため、場所の情報に“学校”，状態の情報に“勉強”が入力されることになる。状態と場所の入力に成功した後に、始めに発した単語をもう一度入力し、場所と情報の入力を繰り返すことによって音声入力を行う。このように、マイクのラベリングによって装着者の行動に対するクラスターの識別が分かりやすくなる点が挙げられる。

§ 2.3 短期ストレスと中長期ストレスとの関連

短期ストレスの測定方法は、前述で解説したウェアラブル装置を用いた手法が挙げられる。一方で、中長期ストレスの測定方法には、ストレスチェックシートを用いる手法を取り入れる。前提として、日本ではストレスチェック制度が導入されている。

ストレスチェック制度とは、2015年12月から義務づけられ、労働者のメンタルヘルス不調を未然に防止することを目的とした制度である。ストレスチェック制度の全体的な流れは、図〇〇の通りである。

ストレスチェックシートとは、ストレスに関係のある複数の質問に回答することで自分が溜めているストレスの程度について知ることができる質問票である。日本では、メンタルヘルスの不調を防止するために“国が推奨する57項目の質問票”と呼ばれる調査票が存在する。この調査票には、自身の仕事や体調、周囲の人間関係などの項目が含まれ、これらの質問に回答することで自身のストレス量や、最もストレスを感じている要因について知ることができる。

回答結果は、調査表における合計点が高いほど、ストレスが高いといえる。このストレスチェックの結果次第では、医師に依頼して面接指導を受けることが可能になっている。この面接指導の結果から、労働時間を短縮するなど、自分にとって必要な措置を実施する必要がある。

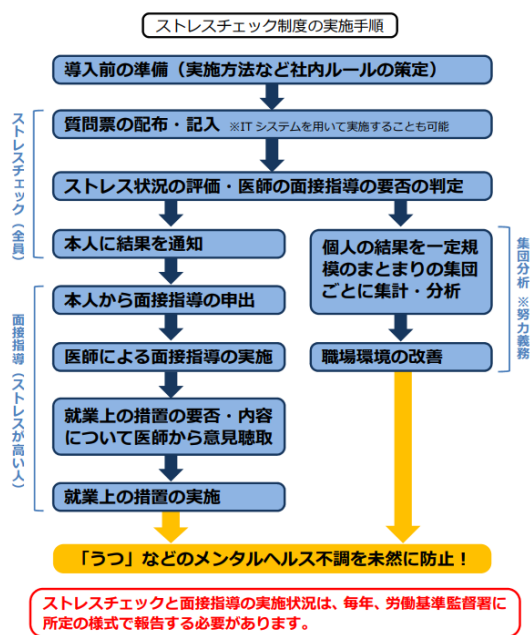


図 2.3: ストレスチェック制度概要 [22]

国が推奨する 57 項目の質問票
(職業性ストレス簡易調査票)

A あなたの仕事についてうかがいます。最もあてはまるものに○を付けてください。 1. 非常にたくさんの仕事をしなければならない 2. 時間内に仕事が処理しきれない 3. 一生懸命働かなければならない 4. かなり注意を集中する必要がある 5. 高度の知識や技術が必要で難しい仕事だ 6. 勤務時間内はいつも仕事の事を考えていなければならない 7. からだを大変よ使う仕事だ 8. 自分のペースで仕事ができる 9. 自分で仕事の順番・やり方を決めることができる 10. 職場の仕事の方針に自分の意見を反映できる 11. 自分の技能や知識を仕事で使うことが少ない 12. 私の部署内での意見の食い違いがある 13. 私の部署と他の部署とはうまく合わない 14. 私の職場の雰囲気は友好的である 15. 私の職場の作業環境(騒音、照明、温度、換気など)はよくない 16. 仕事の内容は自分にあっていない 17. 働きがいのある仕事だ B 最近1か月間のあなたの状態についてうかがいます。最もあてはまるものに○を付けてください。 1. 活気がわいてくる 2. 元気がいい 3. 生き生きする 4. 怒りを覚える 5. 内心腹立たしい 6. イライラしている 7. ひどく疲れた 8. へとへとだ 9. だるい 10. 気がはりつめている 11. 不安だ 12. 落着かない	13. ゆうつだ 14. 何をしても面倒だ 15. 物事に集中できない 16. 気分が晴れない 17. 仕事に手につかない 18. 悲しいと感じる 19. めまいがする 20. 体のふしふしが痛む 21. 頭が重かったり頭痛がする C あなたの周りの方々についてうかがいます。最もあてはまるものに○を付けてください。 次の人たちはどのくらい気軽に話ができますか？ 1. 上司 2. 職場の同僚 3. 配偶者、家族、友人等 あなたが困った時、次の人たちはどのくらい頼りになりますか？ 4. 上司 5. 職場の同僚 6. 配偶者、家族、友人等 あなたの個人的な問題を相談したら、次の人たちはどのくらい聞いてくれますか？ 7. 上司 8. 職場の同僚 9. 配偶者、家族、友人等 D 満足度について 1. 仕事に満足だ 2. 家庭生活に満足だ
---	--

※ストレスチェック指針(平成27年4月15日)より

図 2.4: 国が推奨する 57 項目の質問票 [23]

ストレスチェックシートを利用する利点には、ストレスチェックに必要とされる「仕事のストレス原因」、「心身のストレス反応」、「周囲のサポート」の3種類の内容をすべて含み、実際の回答時間も短時間で回答ができるため、手短かに調査を行える利点が挙げられる。

先行研究では、2021年度富山県立大学の教職員に向けた公立学校共済組合-心のセルフチェックシステムと呼ばれるストレスチェックシートを研究室の学生を対象に使用できるものに修正し、研究室に所属する4年生1名、3年生2名の計3名の学生にストレスチェックシートに回答してもらうことで、質問内容の種類ごとのストレスの分析および総合的なストレスの分析を行った。また、このストレスチェックシートに記載されている質問数は、57問に設定され、各質問は、研究1、研究2、気分1、気分2種類、体調、支援、満足度の全7項目に分けられている。すべての質問をこれらの項目に分けることで、回答者のストレスの原因がどのようにして生じるのかを発見することが容易になり、ウェアラブル装置を装着した状態での短期ストレスとの比較を行うことができるようになった。

研究室の学生用に作成したストレスチェックシートの評価は、各質問に4つの選択肢を設定し、回答ごとに配点を設定する。配点は、ストレスの負荷が大きい順に、4点、3点、2点、1点を付与する。すべての質問に回答することで、付与された点数の合計値の算出を行い、合計値が大きいほど、回答者にかかっているストレスが大きいものであるといった評価になる。また、ストレスチェックシートに設定した7つの項目ごとの点数の合計も導出し、項目ごとの合計点の割合をレーダーチャートを用いて表記することで、各項目においてかかっているストレスの大きさを確認することができるようになっている。この評価方法に基づいて中長期ストレスの評価を行い、短期ストレスにおける評価と比較した時、被験者のストレスの負荷順位が一致することを検証を行う。また、それぞれの被験者ごとの中長期ストレスの分析結果を図〇〇に示す。

ストレスは、A, B, Cの順に高く、小型ウェアラブル装置を用いた短期ストレスの測定

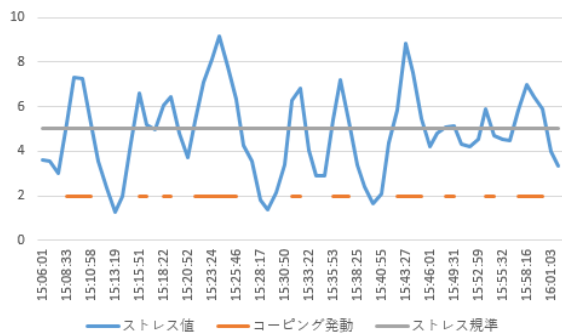


図 2.5: 被験者 A の短期ストレス結果



図 2.6: 被験者 A の中長期ストレス結果

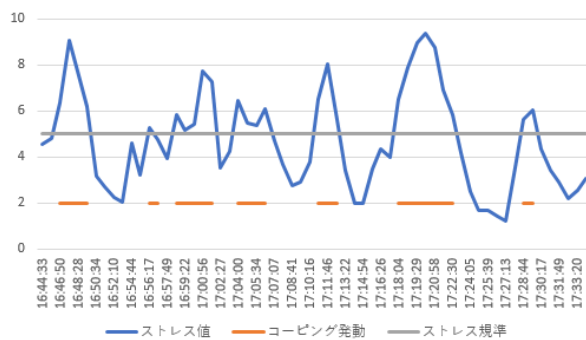


図 2.7: 被験者 B の短期ストレス結果



図 2.8: 被験者 B の中長期ストレス結果



図 2.9: 被験者 C の短期ストレス結果



図 2.10: 被験者 C の中長期ストレス結果

のストレス負荷順位と一致した。この結果から、ストレスチェックシートを用いた中長期ストレスの測定結果は、短期ストレスの測定結果と同様にストレス値が変化するという結果が証明されている。

農業と福祉の連携

§ 3.1 障がい者の社会進出

農福連携とは、障がい者等が農業分野における活動を経験することで、自身や生きがいを持って社会参画を実現する取り組みである。農福連携において、農業とは、農林水産業や6次産業を指すことに加え、福祉は障がい者に限らず、高齢者や生活困窮者、触法障がい者を指すことがあることから、幅広い産業や人材を対象にとることがある。

近年では、客観的な利点の提示や取り組み内容を公開することで認知度を向上させることや、相談窓口の整備、マニュアルの充実、特別支援学校での農業実習等を通じて取り組みを促進させることで、農福連携の推進が行われている。特に、取り組みの促進では、人材の育成において、実習に限らず、作業を支援するための器具の充実や、工賃および賃金の向上を推進させる動きがある。これらの推進から、林業や、水産業で障がい者の持つ個性を考慮した障がい者就労のモデル事業の設立を行い、農業を支援することに加え、働くことや生きることによる不安や悩みを抱える者への就労支援および、社会参画の機会をつくり、福祉への支援を行うことができる利点を持つ。

また、令和2年の3月には、農福連携の支援を目的としたコンソーシアムの設立も行われた。このコンソーシアムでは、ノウフク・アワードという表彰式が行われる。これは、農福連携に対する取り組みを表彰することで、取り組んだことに価値があるということを周知してもらうといった目的を持つ行事である。ノウフク・アワードの他にも、農福連携の普及や啓発を目的としたノウフクマルシェの実施や、連携運動や、交流、情報提供等が行われる。

就労支援とは、就職に必要な技能の向上を目的とすることに限らず、働くために必要最低限な能力を身につけるための支援を行うことである。また、就労支援は就労移行支援と就労継続支援と呼ばれるサービスに分けられる。

就労移行支援とは、65歳未満の就労希望者に適用される制度である。一方で、就労継続支援とは、一般企業での就労や継続的に就労することが難しいとされる障がい者に向けた制度である。この就労継続支援は、A型とB型に分けられる。

A型には、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を行うことができる点が挙げられる。一方で、B型には年齢が50歳以上といった制限が存在することに加えて、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。

農村地域の過疎化や高齢化の進展から放棄された農地の出現や、農村地域における雇用

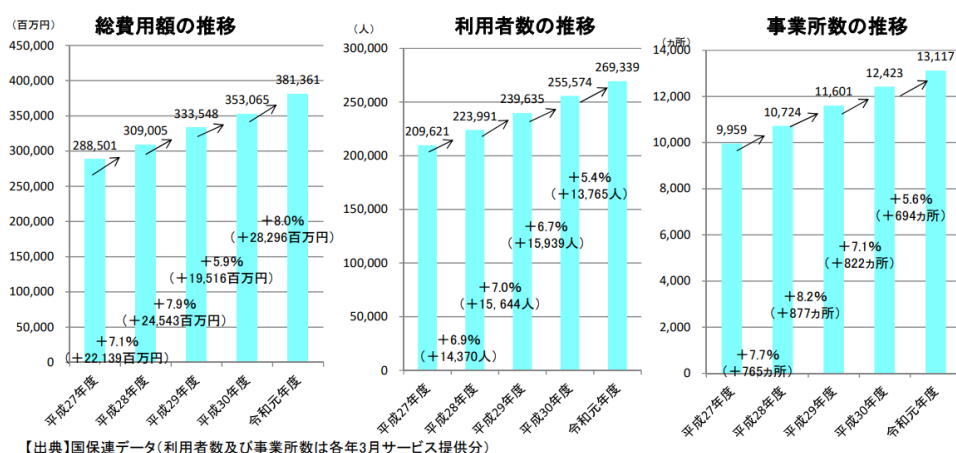


図 3.1: 就労継続支援 B 型事業所の利用推移

問題を背景に、障がい者を雇用の対象にとる動きがある。株式会社九神ファームめむろでは、企業によって出資が行われ、2012年に就労継続支援 A 型事業所として成立した事例がある。これまでは、会社のある北海道芽室町では、障がい者が 231 人いたことにも関わらず、障がい者に向けた施設が就労継続支援 B 型事業所が 1 件しか存在しなかった。しかし、芽室町が企業に関わりを持ち、出資といった形で農福連携の活性化につながった。また、2015 年には国からの援助により、作物の加工施設の建設が行われた。

一方で、大阪府の大阪いずみ市民生活協同組合では、2012年に株式会社いずみエコロジーファームに就労継続支援 A 型事業所ハートランド事業部の設立に成功したという事例がある。この施設では、就労拡大に向けた取り組みが推進されており、その結果、2014年に 93 人の障がい者の雇用を行った実績を持つこととなった。さらに、就労継続支援 A 型の障がい者に対して、一般企業への就労に向けた指導も行っている点が挙げられる。

本研究では、前述した就労継続支援 B 型事業所の利用対象者に焦点を置くこととする。まず、就労継続支援 B 型事業所の利用対象者は、前提として身体障害、知的障害、精神障害を持っていることに加え、以下の条件を満たしている必要がある。

- 就労経験があり、年齢、体力面において一般企業での就労が難しいこと
- 年齢が 50 歳以上であること
- 障がい基礎年金 1 級を受給していること
- 就労移行支援事業者等のアセスメントを通じて就労面における課題の把握と就労継続支援 B 型事業所への利用適性があること

就労継続支援 B 型の該当者となることで受けられる主なサービス内容としては、事業所の経験から一般就労に必要な知識や能力の習得、十分な知識および能力を習得した該当者への一般就労に向けた支援を受けることができる。

先行研究では、就労継続支援 B 型事業所の存在意義について、利用者と事業所の職員との間には、共通の組織文化が存在し、それを継続させるためには支えるための条件が必要とされることで、利用者が能力を得ることが可能であり、生活課題の解決につながるとされている。以下の図〇〇に、就労継続支援 B 型事業所の利用推移を示す。



図 3.2: ぶどうの森

この図からわかるように、就労継続支援 B 型における費用、利用者数、事業所は増加傾向にあり、就労継続支援 B 型の該当者にとって、施設の需要が増していると考えられる。また、就労継続支援 B 型事業所は、障がい者が社会で活躍するための補助を行う場として成り立っていると考えられる。実際に、就労継続支援 B 型事業所の数は、増加傾向にあり、その中でも営利法人による事業所数が増加し続けている。

実際に、就労継続支援 B 型にあたる障がい者の実績として、授産品の販売が挙げられる。例えば、京都府では、嵐山の福祉関連の売店で販売するお土産品の開発に取り組んだ事例がある。売店に出品される授産品は、雑貨店の店長や、アパレルデザイナーのブランドマネージャーによって審査や補助を受けることになっている。現在では、42 の事業所が売店と契約し、販売された授産品は約 350 品に至る。

また、愛媛県では、“授産製品ブラッシュアップ事業”が設立された。具体的な活動内容としては、“国民体育大会愛顔つなぐえひめ大会”と呼ばれるイベントでの授産製品の販売を行っていた。参加した事業所数は 19 であり、マーケティングにおける基礎をはじめとする勉強会が行われた。イベントにおける販売の結果、2017 年度には計 949 万円の売り上げを記録したことに加え、イベントを通じて生じた商品単価の低さなどの課題を解決するために、手間をかけて付加価値を高めた商品開発を行うといった取り組みが検討されている。

このように、就労継続支援 B 型の障がい者の授産品の販売は、各地で取り組みが行われている。また、授産品を売るといったことに限らず、マーケティングへの理解を深めるための学習が行われている地域や、Web ショップが運営されている地域も存在する。

本研究において対象となる就労継続支援 B 型事業所は、図 4.1 に示すぶどうの森である。この施設では、主にぶどうやさつまいもの生産や加工といった農作業を軸とした業務内容の特徴としている。ぶどうの森では、農業についての経験がなくても指導が受けられる利点が挙げられる。また、季節に合わせて栽培している作物の収穫に向けて苗植えや袋掛け、土地の開墾、畑作業の手入れといった幅広い作業を経験することが可能である。さらに、収穫した作物は、加工し、法人内の事業所や関連会社に加え、県内の福祉に関連した事業所や一般企業に販売している。作物を収穫するまでの過程を含む農作業に限らず、収穫後の加工や外部に向けた販売の経験を通じて社会参画について理解を深めることが可能である。

§ 3.2 障がい者とストレス

障がい者にとって、適切な補助が必要になることがある。例えば、施設を利用している就労継続支援 B 型の障がい者にとって、何らかの悩みを抱えていることがあり、その悩みを誰かに打ち明けたいと考えていることがある。具体的には、人付き合いや病気、薬、仕事、就職に関係のある悩みを抱えていることに加えていることが挙げられる。そこで、悩みを抱えた施設の利用者である障がい者は、悩み事を聞いてくれるために身近な人間を探すことになる。特に、施設の従業員や、主治医、家族に相談を求める割合が多いといえる。最も多いのは、人付き合いや仕事および就職の悩みは施設の従業員に、病気や薬における悩みは主治医に打ち明けるといった結果になっている。

一方で、前述した相談相手に限らず、看護師と関わりを持ちたいと考える利用者も存在する。そして、相談内容には、仕事や薬について相談を希望する人もいるが、話し相手や金銭の管理を希望する人も挙げられる。また、看護師における相談の頻度は、50 名における回答者の中から、月に一度の希望者が 16 名、週に一度の希望者が 13 名、週に二度または三度の希望者が 9 名、月に二度または三度の希望者が 6 名を記録した。この結果から、全体の 8 割以上が看護師と一度でも相談の機会を設けたいといった結果となった。

看護ケアにおける研究を行った庄司らは、“看護ケアの必要性に関する質問では 70 % 以上の者が仕事に関して看護師の関わりが必要と回答していることから、看護師として利用者の病状やその他の状況を踏まえた就労支援において果たす役割は大きいだろう”と述べている。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場合もある。その障がいの具体例として、自閉スペクトラム症、注意欠如・多動症が挙げられる。

自閉スペクトラム症

Austim Spectrum Disorder(ASD)とも呼ばれる。他者の気持ちや、場の状況や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し、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

AttentionDeficit/Hyperactivity Disorder(AD/HD)とも呼ばれる。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。

次に、ストレス値の算出について解説する。ストレス値の算出では、HF(High Frequency)と LF(Low Frequency)と呼ばれる変動波を用いる。HF で高周波、LF で低周波を表すことができる。これらの変動波の現れる大きさの変化により、心拍変動および自律神経の推定を行う。また、ストレス値の判別にあたって、交感神経と副交感神経を比較したときに、交感神経が優位である負荷がかかった状態をストレスがかかった状態とし、副交感神経が優位である落ち着いた状態をリラックス状態としている。

パワースペクトルの算出では、心拍センサを使用して心拍間隔変動時系列データの作成を行う。心拍センサで心拍の値を計測し、この値から RRI を導出する。次に、作成した心拍間隔変動時系列データからパワースペクトル密度の算出を行う。このパワースペクトル

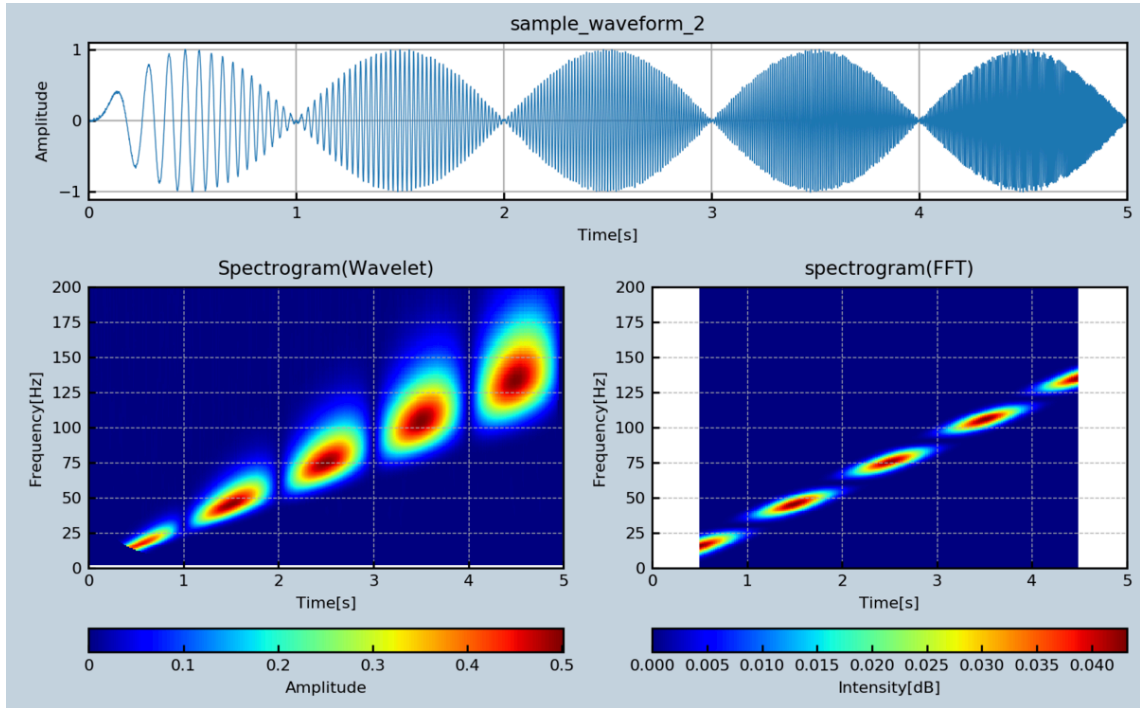


図 3.3: CWT によるスペクトログラム [16]

スペクトル密度の推定では，連続ウェーブレット変換 (CWT) を用いる．まず，一般的な CWT を式〇〇とする．

$$W(a, b) = |a|^{-\frac{1}{2}} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \psi \left(\frac{t-b}{a} \right) dt \quad (3.1)$$

この式では， $x(t)$ が，解析の対象となっている信号であり， ψ が基本ウェーブレットを表している．また， a はスケールパラメータを表し，抽出対象周波数に対応した値であり， b はシフトパラメータを表し，解析対象時刻に対応している．CWT には，基本ウェーブレットを用いることが条件とされているため，ガボール関数を用いることとする．ガボール関数を式〇〇に示す．

$$g(t) = \exp \left(- \left(\frac{t-b}{a} \right)^2 \right) \exp \left(-j\omega_0 \frac{t-b}{a} \right) \quad (3.2)$$

この式において， ω_0 は定数を表す．ここで，CWT の式を生体信号で使用される周波数解析において使用できるようにするために，周波数 f とシフトパラメータの関数とする．さらに， ω_0 を 2π に置き換えた式を以下の式〇〇とする．

$$W(f, b) = \left| \frac{1}{f} \right|^{-\frac{1}{2}} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \exp \left(- \left(\frac{t-b}{1/f} \right)^2 \right) \exp \left(-j2\pi \frac{t-b}{1/f} \right) dt \quad (3.3)$$

以上の式からのパワースペクトルの導出において必要となる解析データ長とパワースペクトルの関連性を考慮し，ガウスの領域に関する $1/f$ に対して λ を用いた式を以下の式〇



図 3.4: Tactile Score, the third line illustrates normal strength and above the third line shows weaker strength and the below, stronger strength.

○とする.

$$W(f, b) = \left| \frac{1}{f} \right|^{\frac{-1}{2}} \int_{-\infty}^{\infty} x(t) \exp \left(- \left(\frac{t-b}{\lambda/f} \right)^2 \right) \exp \left(-j2\pi \frac{t-b}{1/f} \right) dt \quad (3.4)$$

以上の式から, HF 成分および LF 成分を導出する. ただし, HF の領域は 0.15Hz から 0.40Hz, LF の領域は 0.05Hz から 0.15Hz とした一般的な領域とする.

§ 3.3 障がい者を支える IoT

今後, 障がい者を対象とした IoT の技術が使用される動きがある. IoT を用いた事例としては, 一つ目に, 触譜で人間の感性を情報として流す手法が挙げられる. まず, この技術について研究を行った鈴木によると, “触譜は, 力や強さの大きさと長さの記述法である. 触譜により, 音声, 触覚, 身体の動きなどから感性情報を抽出し, 情報化することが可能となった.” と記載されている. この手法を用いれば, 明るい言葉遣いであれば, 音量が大きくなるといった特徴を持っているので, 譜面も言葉の最後に近づくほど音が強いと判定される. 一方で, 暗い言葉遣いであれば, 明るい言葉遣いとは逆に, 音量が小さくなるといった特徴を持っているので, 譜面は言葉の最後に近づくほど音が弱くなるといった判定になる. これにより, 触譜を使うことで, 言葉遣いにおける抑揚の違いを目に見える形で表示することができるようになる.

この触譜において重要となる触覚における要素は, 硬さや粗さ, そして温度などが挙げられ, これらの中でも特に硬さと粗さが重要視されている. 硬さが重要視されている理由は, 力の変化の大きさにある. 硬い表現は, 力があまり変化することはないが, 柔らかい表現は, 力が変化しやすい. すなわち, 柔らかい表現ほど, 力の変化が大きくなる触譜ということになり, 言葉を話すときの表現を判定するための重要な役割を果たすということになる. そして, 粗さは, 似ている要素や, 同じ型さの表現の組み合わせの複雑さを表す役割を持つ. 一つの要素しか持たない場合は, 滑らかであると判定し, 複数の要素を持っている場合には, 粗いと判定する. この研究が, 障がい者工学に用いられようとしている.

二つ目に, モニタリングシステムを障がい者施設に導入する動きが挙げられる. この研究は, 障がい者施設に IoT 技術であるモニタリングを取り入れることを想定した場合, どのように施設の役に立つのかを調査することに加えて, IoT を使いこなすことへの技術的な障壁や, 障がい者施設を対象にしたときに生じる人権や人の命に関する問題が飛び交うなかで IoT に依存することへの心理的な障壁について検証することを目的としている.



図 3.5: 心理的障壁の分類と大きさ

この調査において、施設の従業員に IoT の基礎知識を学習することができる機会と研修を設け、IoT に対する従業員の印象の変化を調査した結果、従業員が IoT においてそれぞれの意見を出し合うことができるようになったが、出した意見をシステムに反映させる作業が難しいといった結果になった。さらに、発作や発症が発見しやすくなるという利点も挙げられた。また、モニタリングシステムにおいて、お手洗いや寝室をはじめとする個人空間での使用についてどのようにモニタリングを行うのかといった課題が見られた。図〇〇は、心理的な障壁における程度とそれぞれの業務や人権の関連性の有無を示す。この研究結果に対して、研究を行った小林らは、“福祉施設における IoT の活用を考えると、「Improvement」「Self-Use」の領域から取り組むことで、導入への抵抗を減らし、実際の利用につながると考えられる。”と述べている。

そして、静岡県静岡市にある就労継続支援 B 型事業所では、農作業に IoT を取り入れている。具体的には、ビニールハウスでのトレファームによる作業で砂栽培農業に取り入れられている。トレファームとは、栽培地の高さを上げることで、作業を行う間は腰をかがめる動作をする必要がなくなり、身体的な負担の軽減が可能となる施設のことを指す。これにより、直立した状態で作業を行うことができることに加え、作業場をビニールハウスにしたことで、雨の日でも作業を行うことが可能である。図〇〇は、実際にビニールハウス農業で使用されているトレファームを示す。また、肥料や水は自動で作業が行われる。農作業において、人が行う作業は、種うえ、掃除、病気・害虫駆除、収穫が挙げられる。

農福連携に係る取り組みとしては、スマート農業の推進が挙げられる。スマート農業とは、ロボットや AI, IoT を使用する農業を指す。スマート農業がもたらす影響として、無人で耕運や整地を行うトラクターや、遠隔で水田の水を制御する水管理システムを用いた作業の自動化や、位置情報を活用した作業内容の自動記録に加えて、ドローンや衛星を用いたセンシングデータおよび気象データの自動解析に基づく農作物の管理および農業の経営が挙げられる。

就労継続支援 B 型事業所であるメープル関西では、農作業に IoT が導入され、スマート農業を主体とする特徴を持っている。行われている農作業は、種まき、苗植え、栽培、収穫、袋詰めであるが、IoT の導入によって、栽培管理システムによる水やりや害虫対策に加えて、農地 IoT 管理アプリの開発・プログラミングが行われている。実際に、就労継続支援



図 3.6: ビニールハウス農業

B 型の障がい者が施設で行う作業一覧の中には、コンピュータを取り扱う作業が含まれている。そして、自立するための訓練として、プログラミングやアプリ開発が訓練メニューの中に含まれていることも特徴の一つといえる。

提案手法

§ 4.1 装着方法の検討

使用するウェアラブル装置において、装着者にどのようにして装着させるかを検討する。まず、先行研究では、身体の上半身に作成した装置を巻き付けるような形で取り付けるといった手法があった。図〇〇は、装置を上半身に装着した状態を示す。この装着方法には、主体となる装置を上半身に取り付けているため、装置を身に着けた状態で装着者も動くことができるが、普段通りに動くことが制限されることや、動いたことによって装置の部品が故障してしまう可能性が挙げられる。さらに、この装置は、ブレッドボードを用いて作成されているため、ブレッドボードに配線したワイヤが、装着者が動いたことによって外れてしまうといった課題があった。

装置の装着について、屋外での活動における身体を動かす作業が想定される。これにより、従来の動きが制限されることや、装置を装着したことによって発生するストレスを軽減するために、身体を動かす装着者にとって負担のかからない装着方法を考える。

この装着方法について、装着者への負担に加えて、装置にカメラやマイクが搭載されている点に着目し、ワイヤレスイヤホンを模した首型のケースを採用した。

§ 4.2 センサによる行動識別

本研究では、センサの小型化のために、先行研究で使用されたウェアラブル装置のセンサについて改めて選別を行う。まず、先行研究におけるウェアラブル装置を用いた行動識別のデンドログラムは図〇〇のようになった。

図〇〇の結果から、本研究で使用する装置には、9軸センサ、GSRセンサ、照度センサ、心拍センサを用いることとする。

§ 4.3 提案手法のアルゴリズム

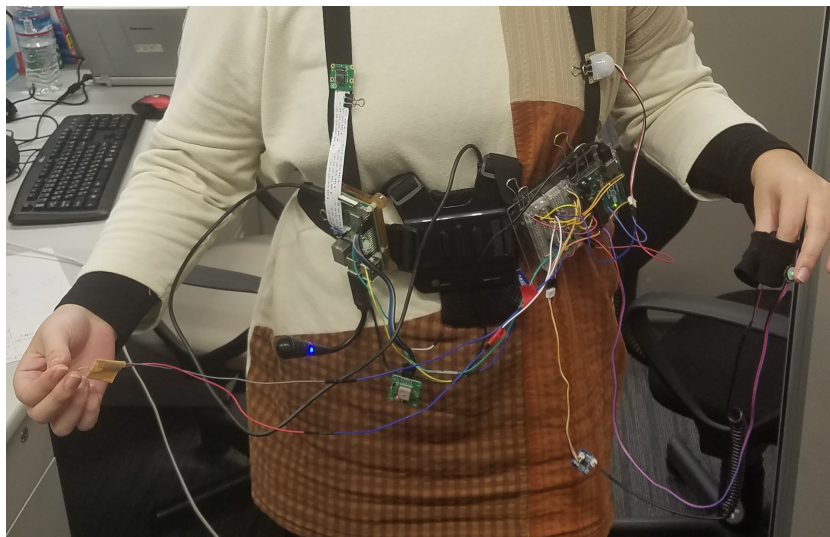


図 4.1: 上半身への装着方法

数値実験並びに考察

§ 5.1 数値実験の概要

§ 5.2 実験結果と考察

おわりに

謝辞

本研究を遂行するにあたり，多大なご指導と終始懇切丁寧なご鞭撻を賜った富山県立大学工学部電子・情報工学科情報基盤工学講座の António Oliveira Nzinga René 講師，奥原浩之教授に深甚な謝意を表します．また，システム開発および数値実験にあたり，ご助力いただいた富山県立大学電子・情報工学科３年生の北田真悟氏に感謝の意を表します．最後になりましたが，多大な協力をして頂いた，研究室の同輩諸氏に感謝致します．

2022 年 2 月

瀧田 孔明

参考文献

- [1] “アンビエント社会とは”,
<https://k-tai.watch.impress.co.jp/docs/column/keyword/303757.html>,
閲覧日 2021.12.1.
- [2] 生活習慣病予防協会, “座ったままの生活の死亡リスク”,
<http://www.seikatsusyukanbyo.com/calendar/2019/009893.php>, 閲覧日 2021.12.2.
- [3] 岩倉成志, 西脇正倫, 安藤章, “長距離トリップに伴う運転ストレスの測定-AHS の便益計測を念頭に-”, 土木計画学研究・論文集 Vol. 18, No. 3, pp. 439-444, 2010.
- [4] 佐久間大輝, 神田尚子, 吉見真聡, 吉永努, 入江英嗣, “座位状態での心拍測定を用いたリアルタイムなストレス緩和システム”, マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DI-COMO2013) シンポジウム, Vol. 2013, No. 2, pp. 1188-1195, 2013.
- [5] 櫻井 美咲, 矢島邦昭, “生体情報によるストレス計測・分析システムの検討-コンピュータベース学習環境において-”, 情報処理学会東北支部研究報告, Vol. 2016, No. 7, 2017.
- [6] 新谷隆彦, “ライフログを支える技術”, 知能と情報 (日本知能情報ファジィ学会誌), Vol. 26, No. 2, pp. 51-56, 2014.
- [7] 江崎菜々, “アンビエントコンピューティングによる行動とストレス検知に基づくコーピング支援”, 富山県立大学学位論文, 2021.
- [8] “コーピングとは?意味や導入法を理解しストレスと上手に向き合おう”,
<https://survey.lafool.jp/mindfulness/column/0104.html>, 閲覧日 2021.12.10.
- [9] 高屋正敏, 長谷川泰隆, “ストレスコーピング特性と職業性ストレス”, 産業衛生学雑誌, Vol. 52, No. 5, pp. 807-813, 2016.
- [10] M. Fares, Murhaf A. Kutuzov, Andrei S. Oepen and E. Velldal, Erik (2017). “Word vectors, reuse, and replicability: Towards a community repository of large-text resources”, *Proceedings of the 21st Nordic Conference on Computational Linguistics*, pp. 271-276, 2017.
- [11] 伊藤克人, “産業現場でのストレスチェックの実際”, 心身医学, Vol. 56, No. 8, pp. 807-813, 2016.
- [12] 山口昌樹, “唾液を用いたストレスの計測と回復支援”, 精密工学会誌 Vol. 82, No. 8, pp. 731-734, 2016.
- [13] 野澤昭雄, 三澤裕樹, 水野 統太, 田中久弥, 井出英人 “顔面熱画像解析による会話形態に関する運転者のメンタルワークロードの評価”, 情報処理学会, Vol. 126, No. 8, pp. 412-418, 2006.
- [14] “ストレスと自律神経の科学”, <http://hclab.sakura.ne.jp>, 閲覧日 2021.12.16.

- [15] 横山清子, 森本陽子, 水野康文, 高田和之, “ウェーブレット変換によるパワースペクトル推定法”, 医用電子と生体工学, Vol. 37, No. 3, pp. 269-276, 1999.
- [16] “連続ウェーブレット変換”,
<https://friedrice-mushroom.hatenablog.com/entry/2019/08/31/113915>,
閲覧日 2022.2.7.
- [17] “ストレスチェック制度について”, <https://kokoro.mhlw.go.jp/etc/kaiseianeihou/>,
閲覧日 2021.12.19.
- [18] “自分だけではなく身近な人のストレスチェックのポイント”,
<https://doctorsfile.jp/h/178060/mt/1/>, 閲覧日 2022.1.16.
- [19] 西山 高史, 仲島 了治, 中原 智治, 一見市 伸裕, 榎木 哲夫, “アンビエントテクノロジーの住宅分野への応用の試み”, システム制御情報, Vol. 56, No. 1, pp. 21-26, 2012.
- [20] “タスク・アンビエント照明”,
<https://www2.panasonic.biz/ls/lighting/plam/knowledge/document/0203.html>, 閲覧日 2022.1.19.
- [21] “amor HP+”,
<https://www.ask-corp.jp/products/leadtek/health-care/amor-hp-plus.html>, 閲覧日 2022.12.20.
- [22] “ストレスチェック制度簡単！導入マニュアル”,
<https://www.mhlw.go.jp/bunya/roudoukijun/anzeneisei12/pdf/150709-1.pdf>, 閲覧日 2022.1.2.
- [23] “職業性ストレス簡易調査票について”, <https://aneiho.com/stress-check/?p=1237>, 閲覧日 2022.1.2.
- [24] 島津明人, “ストレスチェックの集団分析と職場環境の改善：ストレスチェックの戦略的活用に向けて”, 行動医学研究, Vol. 23, No. 2, pp. 98-102, 2017.
- [25] 吉津紀久子, 東井申雄, 白神美知恵, 植園法子, 前川佳敬, 樂木宏実, 永田勝太郎 “患者のストレス早期発見チェックシートの開発”, 心身医学, Vol. 56, No. 12, pp. 1216-1223, 2016.
- [26] 稲垣敏之, “ヒューマンシステム：高信頼性が損なう安全性”, システムの信頼性工学と安全性特集号, Vol. 41, No. 10, pp. 403-409, 1997.
- [27] “マンマシンシステム”, <https://www.jsme.or.jp/jsme-medwiki/19:1012527>, 閲覧日 2022.1.10.
- [28] 笹田栄四郎, “最近の航空機におけるマン・マシンシステム”, 精密工学会誌, Vol. 55, No. 3, pp. 453-457, 1989.

- [29] 松村雄一, 栗田裕, 西小路拓也, “心拍の呼吸性変動を用いた機械操作時の一過性ストレスのオンライン推定法”, 日本機械学会論文集 C 編, Vol. 70, No. 689, pp. 200-206, 2004.
- [30] “スマホでストレス推定 ドコモ、慶大・東大と開発”,
<https://www.nikkan.co.jp/articles/view/467293>, 閲覧日 2022.1.23.