介護士の業務負担軽減に向けた介護行動時における心身状態の変化の可視化と分析

宮地 篤士[1]　松井 智一[1]　張 志華[1]　藤本 まなと[1]　安本 慶一[1]

概要：日本では，急速な高齢化に伴って，小規模多機能施設（デイケアセンター等）の需要が高まりつつある一方，介護士の人手不足が深刻な問題となっている．この問題は，介護士一人あたりにおける業務負担の増加に繋がるため，解決すべき社会課題と認識されている．我々は，これまで業務負担軽減に向けた取り組みとして，介護行動を容易に収集可能なプラットフォームの開発を行ってきた．その取り組みの中で，介護行動により変化する介護士の心身状態（＝ストレス）が業務効率に影響しているのではないかと考えた．本研究の目的は，介護士のストレスに注目し，可視化・分析することで，介護士の業務負担軽減に向けた新たな知見を獲得することである．具体的には，介護士に心拍センサを装着してもらい，各デバイスから得られる RRI や LF/HF 比などの客観的ストレス指標及び業務前，昼休憩，業務後に行うアンケートから得られる主観的ストレス指標を計測する．本稿では，実際の介護施設において収集した介護士の生体指標をもとに介護行動と関連した心身状態変化の分析・可視化を行った．その結果，特定の介護行動において，ストレスの増加傾向が見られ，介護行動とストレス指標の間にいくつかの関係性があることを確認した．

Analysis of Visualized Stress-indicators Related to Care Activities Toward Reducing Burden of Caregivers

ATSUSHI MIYAJI[1]　TOMOKAZU MATSUI[1]　ZHIHUA ZHANG[1]　MANATO FUJIMOTO[1]
KEIICHI YASUMOTO[1]

1. はじめに

日本では，急速な高齢化が問題となっている．2019 年の内閣府のデータ [1] によると，65 歳以上の高齢者が総人口に占める割合は 28.4%であり，他国に比べて極めて高い水準となっている．このような超高齢化社会の到来に伴い，デイケアセンター等の小規模多機能施設のサービス需要が年々増加する一方，介護士の人手不足が深刻化している．2017 年に介護労働センターが行った調査 [2] によると，約 3 分の 2 の施設において，介護士不足を感じていると回答している．このように，介護士一人あたりの業務負担の急激な増加は，安全かつ高品質な介護を提供すべき介護施設において，最も深刻な問題であり，解決すべき重要な社会課題であるといえる．したがって，介護業務を効率化し，業務負担を軽減するためのシステムが求められている．

このような背景の下，我々は，介護士の業務負担軽減に向けた取り組みの一つとして，介護士の介護行動を容易に収集可能な BLE ベースのプラットフォームの開発を行ってきた [3]．この取り組みを行う中で，介護行動によって変化する介護士の心理的状態（ストレス）が業務効率に大きく影響しているのではないかと考えた．本研究では，介護業務の効率化を実現するため，人間の心や身体に影響を及ぼすストレスの変化に注目する．介護士の介護行動時のストレスを推定できれば，介護士自身の働き方の客観的な振り返りや介護業務計画の見直し，リフレッシュのための休暇の提案・促しなどに寄与できる．

ストレスを推定するため，アンケート指標を用いて計測する方法が数多く提案されているが，設問数の多さから，回答者の負担が大きい [4], [5]．そのため，生体指標データ等から分析し，推定できることが望ましい．生体指標データを用いて，ストレスを推定する研究に関しても，オフィスワーカーや日常生活などを対象に数多くの場面で行われ

[1] 奈良先端科学技術大学院大学，
Nara Institute of Science and Technology

ている [6], [7]．しかし，これらの研究は，1 日おきのストレスを推定することはできるが，特定の行動までは注目しておらず，我々が目的とする「どのような業務で，どの程度のストレスを感じているか？」までの把握は難しい．

本稿では，介護行動と関連した生体指標を計測・収集し，心身状態の変化を可視化・分析することで，介護士の業務負担軽減に向けた新たな知見の獲得を目指す．そのため，我々は，奈良県生駒市にある小規模多機能施設「いこいの家 26」において，介護士 5 名を対象に，心拍センサを装着してもらいながら，計 10 日間の計測実験を行った．具体的には，各デバイスから得られる RRI や LF/HF 比などの客観的ストレス指標と 1 日 3 回（業務前・昼休憩・業務後）行うアンケートから得られる主観的ストレス指標を計測した．得られたデータを可視化・分析した結果，特定の介護行動（ベッド介助やトイレ介助など）において，ストレスの増加傾向が見てとれることがわかり，介護行動とストレス指標の間にいくつかの関係性があることを確認した．一方，介護士が多忙であったことからアンケートの未回答やセンサの未装着が数多く見られ，最終的に得られたデータ量は数少ないものであり，介護業務領域における生体指標データ計測の課題が見られた．

本稿はこれらをまとめたものであり，以下の 7 つの章で構成される．第 2 章では，ストレス推定手法の関連研究について述べる．その後，第 3 章では，生体指標を計測するための客観的及び主観的ストレス指標ついて述べ，第 4 章で，実際に介護施設で行った評価実験について説明する．第 5 章では，評価実験を行った結果を示し，第 6 章で考察する．最後に，第 7 章で本論文のまとめ及び今後の課題について述べる．

2. 関連研究

本章では，本研究に関連する既存研究として，ストレス推定手法の研究について述べる．外部から刺激を受けた際に影響するストレスは，現代社会の重要な問題となっており，私たちの日常生活の中でも，避けられないものとなっている．このような背景から，アンケートを用いて，自身のストレスを推定・確認し，セルフコントロールさせる動きが高まりつつある．厚生労働省は，労働者自身の精神的不調の未然防止を図るため，職業性ストレス簡易調査票を提示している [4]．この調査票は，仕事のストレス要因，ストレス反応，及びストレスに影響を与える因子（家族や同僚など）を同時に測定し，総合的なストレスを評価する．

また, ストレスは生活の質を示す QoL（Quality of Life）の低下にも影響すると考えられている．世界保健機関（WHO）は，この QoL を定量的に評価するため，WHOQOL-100 と呼ばれるアンケート指標を開発している [5]．しかし，これらのアンケート指標は，職業性ストレス簡易調査票が 54 問，WHOQOL-100 が 100 問と設問数が非常に多く，アンケートを毎日行うとなった場合，回答者の負担が大きい．

そこで，デバイスを用いて生体情報を収集し，それらを分析することでストレスを推定する研究が，様々な場面・環境において行われている．Fukuda ら [6] は，企業に勤めるオフィスワーカを対象にウェアラブルデバイスから取得される睡眠データから起床時の DAMS 質問票 [8] より得られる抑うつ，肯定，不安気分を予測する機械学習モデルを構築している．Gjoreski ら [7] は，学生を対象にスマートフォンから収集される様々なデータ（加速度，GPS，通話記録等）を利用して，学生のストレスレベルを 3 段階で推定している．Garcia-Ceja ら [9] は，スマートフォンの加速度センサデータと 1 日 3 回行う the Oldenburg Burnout Inventory [10] を用いて，被験者ストレスを 3 段階で分類している．これらのセンサデータは，スマートフォンだけでなく，ウェアラブルデバイスやフィットネストラッカーなどの電子機器からも収集でき，応用範囲が広がりつつある．

生体情報の一つである心拍変動も，小型センサやウェアラブルデバイスなどで非侵食に計測できるため，精神的ストレスの解析で活用されている．Matsui ら [11] は，宅内での日常生活における居住者の QoL 把握するため，日常生活行動に関連した生体指標を収集し，ストレスの可視化を行っている．Cinaz ら [12] は，モバイル ECG ロガーから得られる心拍変動データとワークロード指標である NASA-TLX [13] の主観的評価をモデル化し，オフィスシナリオにおける精神的な作業負荷レベルを分類した．Muaremi ら [14] は，昼間にスマートフォンから音声，身体活動，コミュニケーションのデータを，夜間睡眠時に胸部ベルト型の心拍センサから心拍変動を収集し，各個人の日常及び長期的なストレスを推定する機械学習モデルを構築している．この研究では，心拍変動の特徴のみを用いた場合の方がスマートフォンの特徴のみを用いた場合に比べて，高い予測精度を得られたことが述べられている．このように，心拍変動を日常の行動と関連付けることで，ストレスの高い行動の特定に繋がる可能性がある．

以上で述べたストレス推定に関連する既存研究の多くは，主に職場や大学，日常生活などに焦点を当てている．また，1 日おきや特定のタイミングでのストレスの推定は可能であるが，行動別のストレス推定には至っておらず，本研究で目的とする「介護士が，どのような業務で，どの程度のストレスを感じているか？」を明らかにする研究は，我々が知る限り，ほとんど行われていない．本研究では，実際に介護現場で働く介護士から心拍センサを用いて生体指標を収集し，介護士の介護行動と心身のストレス状態との関係性を詳細に可視化・分析するという点で，他の既存研究との差別化を図っている．

3. 生体指標の計測方法

本章では，介護行動時の心身状態の変化を把握するため，

表 1: 業務アンケート

項目	説明
肯定的気分（はつらつとした，嬉しい，楽しい：最高 7） 抑うつ気分（暗い，嫌な，沈んだ：最高 7） 不安気分（気がかりな，不安な，心配な：最高 7） 判断基準：それぞれの項目に関して，あてはまると感じた場合は大きい方を選択する	回答時の気分の把握
就業中のエネルギー，心理的な回復力：仕事をしていると，活力がみなぎるように感じているか？（最高 7） 判断基準：業務に対して，活力に満ちている場合は大きい方を選択する	仕事に対する意欲の把握
仕事に対する熱意：仕事に熱心であると感じているか？（最高 7） 判断基準：業務対して，熱心に取り組んでいると感じた場合は大きい方を選択する	
仕事への集中と没頭：仕事にのめり込んでいると感じているか？（最高 7） 判断基準：業務に対して，集中して取り組んでいると感じた場合は大きい方を選択する	

収集する主観的及び客観的ストレス指標について述べる．

3.1 客観的なストレス指標

客観的なストレスを評価するため用いられる生体情報として，心拍変動が挙げられる [15]．心拍変動は，周期的に変動する心拍の拍動間隔から算出される指標であり，様々な解析方法が提案されている．時間領域解析より算出される指標の一つである RRI（R-R interval）は，心拍変動の特徴波である R 波と次の R 波の間隔から算出できる．この指標から，ストレスを推定する手法として，ローレンツプロットがある [15]．ローレンツプロットは，2 次元の直交グラフ上に，心拍の揺らぎを表現する解析手法であり，横軸にある時の RRI，縦軸にその一拍後の RRI をプロットし，各点を $y = x$ 軸と $y = -x$ 軸に投影する．その時，$y = x$ 軸において原点からの距離の標準偏差を σ_x，また，$y = -x$ 軸において原点からの距離の標準偏差を σ_{-x} と定義する．この時，楕円の面積 S は，以下の式 (1) により定式化される．

$$S = \pi \times \sigma_x \times \sigma_{-x} \tag{1}$$

式 (1) で求められる楕円の面積 S が心拍の揺らぎを表しており，副交感神経が優位な状態であるかを示している．この指標もストレスを推定する手法として，様々な場面で活用されている [16], [17].

一方, RRI の時系列データから周波数解析を行い，パワースペクトルに変換した際に求められる LF/HF 比もストレス状態を把握するための指標として活用できる．LF/HF 比は，0.04〜0.15Hz の低周波である LF と 0.15〜0.4Hz の高周波である HF のパワー比率であり，交感神経と副交感神経のバランスを表している．例えば，リラックス状態にある場合，副交感神経が増大し，HF 値が高くなるため，LF/HF 比は低くなる．反対に，ストレス状態にある場合，交感神経が増大し，LF 値が高くなるため，LF/HF 比は高くなる．したがって，心拍変動から介護士の介護行動ごとのストレス状態を把握することは可能であると考える．

図 1: 小規模多機能施設（いこいの家 26）

本研究では，LF/HF 比を取得できるセンサとして，ユニオンツール社の胸部装着型心拍センサ WHS-3 を使用する [18]．WHS-3 は，Bluetooth 接続に対応しており，心拍データをサンプリング周期 1 ms で収集し，そこから算出した RRI，LF，及び HF のデータをスマートフォン端末に保存できる．

3.2 主観的なストレス指標

主観的なストレス指標を収集するため，介護士に対して実験開始前と 1 日 3 度（業務前・昼休憩・業務後）のアンケートを実施する．実験開始前のアンケートでは，性別と介護士としての経験年数について質問し，各介護士の経験や能力を把握する．**表 1** に業務日に 1 日 3 度実施するアンケートの内容を示す．介護士は, 一日の業務前, 昼休憩及び業務後に回答時における介護士の気分や業務意欲に関して回答してもらう．このアンケートは，DAMS（Depression and Anxiety Mood Scale）[8] とワーク・エンゲイジメント [19] を基に作成している．DAMS は肯定的気分，抑うつ気分，及び不安気分を測定するための質問票であり，「はつらつとした」，「暗い」，「気がかりな」等の気分を表現する 9 つの言葉を，今の自分に対してどの程度当てはまっているかを 7 段階で選択する．ワーク・エンゲイジメントは，「活力」，「熱意」，「没頭」の 3 つの要素から構成された業務

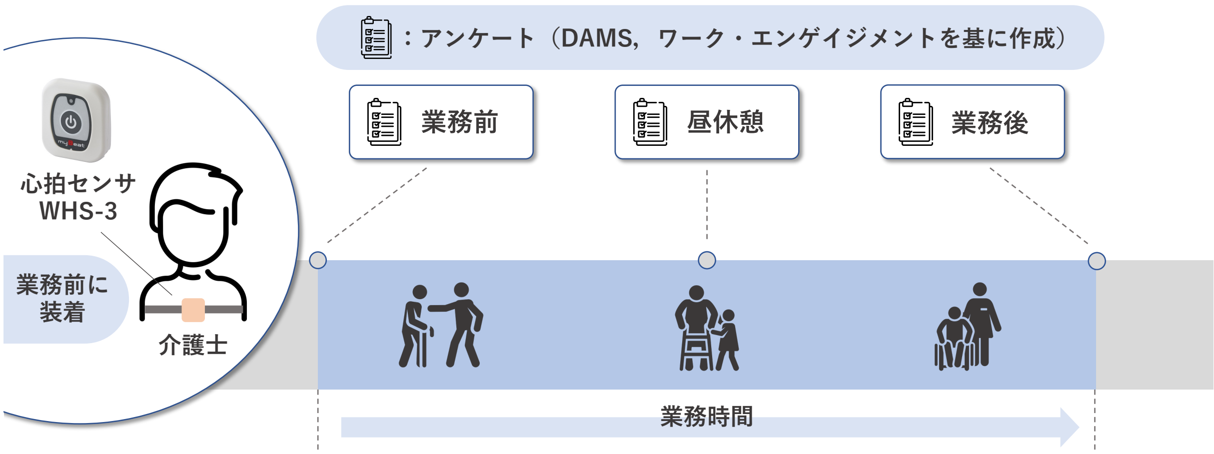

図 2: 実験の流れ

表 2: 対象の介護行動と対象行動の開始・終了の定義

行動	行動の定義	行動の開始	行動の終了
リビング内での作業	食事介助，食事の準備，片付け，事務的作業	リビングエリアに入る	リビングエリアを出る
リハビリテーション指導	リハビリテーションの指導	リハビリテーションエリアに入る	リハビリテーションエリアを出る
レクレーション指導	レクレーションの準備，指導	レクレーションエリアに入る	レクレーションエリアを出る
ベッド介助	ベッドエリアでの移動・移乗介助	ベッドエリアに入る	ベッドエリアを出る
トイレ介助	トイレへの誘導，トイレ内での介助	高齢者をトイレエリアまで移動させる	トイレエリアを出る

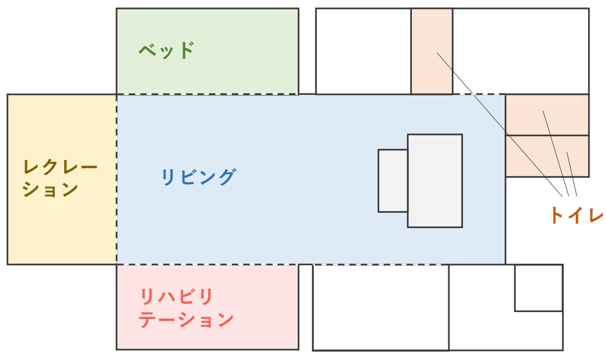

図 3: 介護施設のエリアマップ

意欲や積極性を把握するためのアンケート指標であり，それぞれの要素に関して，今の自分がどの程度感じているかを 7 段階で選択する．

4. 評価実験

本研究では，介護士の介護行動と心身状態の変化を分析するため，**図 1** に示す奈良県生駒市にある小規模多機能施設「いこいの家 26」[*1]において，介護士 5 名を対象に実証実験を行った．実験は，2020 年 11 月 20 日から 2020 年 11 月 30 日にかけて行い，計 10 日間データを収集した．本実験は，奈良先端科学技術大学院大学倫理審査委員会の承認（倫理審査番号：2018-I-31-2）の下，実施している．

図 2 に実験の流れを示す．被験者である介護士には，業務時間中，心拍センサ WHS-3 を胸部に装着してもらい，普段通りの業務を行なってもらう．なお，心拍センサの装着が業務の支障をきたす場合，装着を控えてもらうようにした．また，実験前に事前のアンケートに回答してもらうとともに，実験期間中は，介護業務開始前，昼休憩，介護業務終了後に，それぞれ表 1 に示す業務アンケートに回答してもらう．介護行動のグランドトゥルースデータは，「いこいの家 26」のオーナーの許可を得た上で，施設内に常時設置してある防犯カメラ 2 台を利用し，記録・収集する．**表 2** に対象の介護行動と行動の開始・終了の定義を示し，**図 3** に施設のエリアマップを示す．本実験において対象とする介護行動は，「リビング内での作業」，「リハビリテーション指導」，「レクレーション指導」，「ベッド介助」，「トイレ介助」の代表的な 5 行動とする．

5. 実験結果

本章では，実験より得られた介護士のアンケート結果及び生体指標データの分析結果を示す．なお，本章で取り扱う RRI，LF/HF 比の値は，四分位範囲（IQR）を利用して外れ値を除去している．

5.1 全体的傾向の分析結果

実験開始前のアンケートより，被験者の性別は，男性 1 名，女性 4 名であった．また，介護業務の経験年数は，3 年以上 5 年未満が 1 名，5 年以上 10 年未満が 1 名，10 年以上が 3 名と経験年数の長い人が比較的多いことがわかる．

[*1] https://www.lifecarejp.com/service/index_2.html

表 3: 各被験者の各介護行動に対する実施時間と生体指標

Activity	ID_01 Time [min]	ID_01 RRI mean [ms]	ID_01 RRI SD [ms]	ID_01 LF/HF mean	ID_01 LF/HF SD	ID_02 Time [min]	ID_02 RRI mean [ms]	ID_02 RRI SD [ms]	ID_02 LF/HF mean	ID_02 LF/HF SD
Living	590.6	702.8	69.8	3.547	2.226	499.2	748.5	75.1	5.281	2.944
Rehabilitation	27.4	680.0	46.0	2.377	1.868	47.6	776.1	62.1	5.949	3.245
Recreation	151.8	663.3	58.9	3.635	2.141	276.6	771.2	80.6	4.718	2.798
Bed	19.1	646.7	61.2	4.819	2.379	34.9	762.3	74.5	5.707	2.884
Toilet	49.2	696.8	70.3	3.162	1.801	26.0	751.3	60.2	5.750	2.997

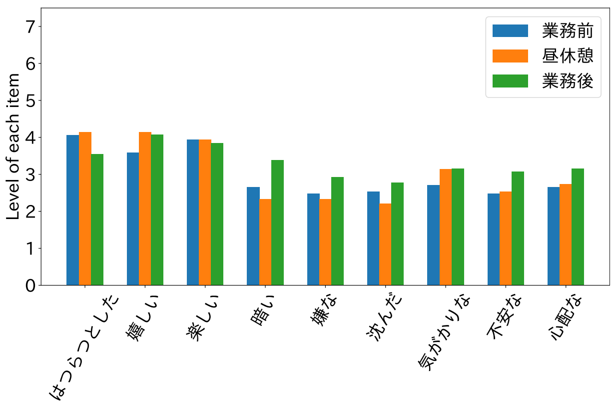

図 4: アンケート結果（DAMS）

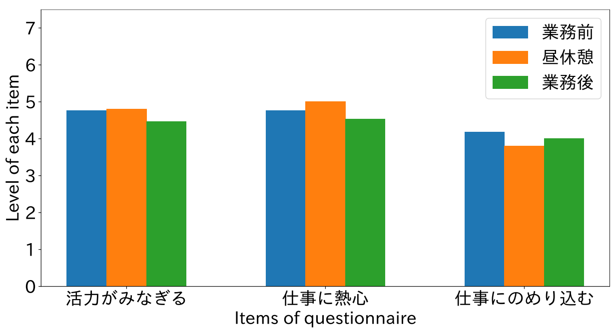

図 5: アンケート結果（ワーク・エンゲイジメント）

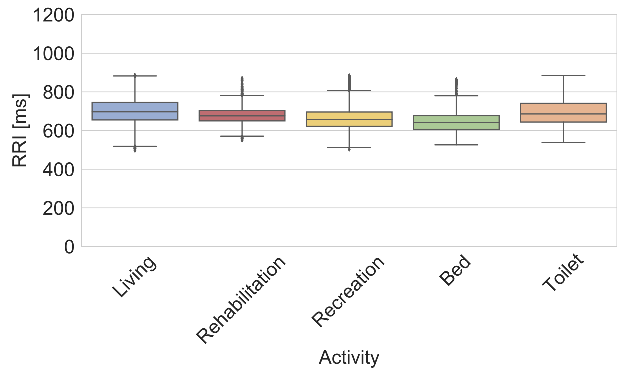

図 6: 行動別 RRI 値の箱ひげ図（ID_01）

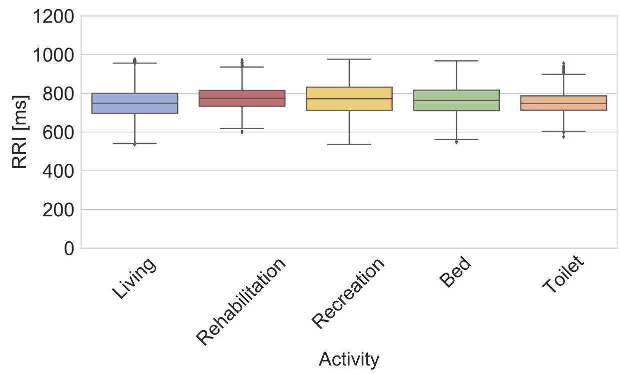

図 7: 行動別 RRI 値の箱ひげ図（ID_02）

図 4 に業務前・昼休憩・業務後に実施した DAMS による業務アンケート結果を示し，**図 5** にワーク・エンゲイジメントによる業務アンケート結果を示す．アンケートは，全ての回答の平均値を示している．図 4 より，「はつらつとした」，「嬉しい」，「楽しい」といった肯定的気分を示す項目の点数は，業務後に減少する傾向が見られる．一方，「暗い」，「嫌な」，「沈んだ」といった抑うつ気分や「気がかりな」，「不安な」，「心配な」といった不安気分を示す項目の点数は，業務後に増加する傾向が見られ，1 日の介護業務を通して，気分の低下が考えられる．図 5 からも見て取れるように，就業中のエネルギーや仕事に対する熱意の観点は，業務後が最も低い結果となり，仕事に対する活力が減少しているように考えられる．

本実験では，WHS-3 の装着を強制しなかったため，全ての被験者の生体指標データを収集することはできなかった．また，装着が不十分であったため，データの収集ができていなかったケースも見られた．最終的に，収集できたデータは，介護士 2 名，計 6 日分である．そのため，以下の 5.2 節及び 5.3 節で述べる分析結果に関しては，収集できた介護士 2 名（ID_01 と ID_02）の生体指標データをもとに検証したものである．

5.2 行動ごとの分析結果

表 3 に各被験者の各行動の合計実施時間と，各介護行動に対応する RRI，LF/HF 比の平均と標準偏差（SD）を示す．各行動の時間に着目すると，どちらの被験者においても，リビング内での作業，レクリエーション介助の順で行動時間が長いことがわかる．

RRI の標準偏差（以下，SDNN）に関して，ID_01 では，リハビリテーション指導とレクリエーション指導，ID_02 では，リハビリテーション指導とトイレ介助が他の行動に比べ，SDNN が低いことが読み取れる．SDNN は，ストレス状態で低く，リラックス状態で高くなる傾向があるため，各被験者に対するこれらの行動は，比較的ストレスが高い傾向にあることが読み取れる．

図 6，**図 7** に各被験者の行動別 RRI 値の箱ひげ図を示

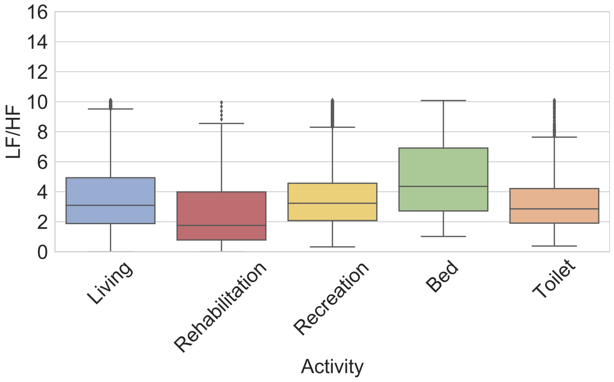

図 8: 行動別 LF/HF 比の箱ひげ図（ID_01）

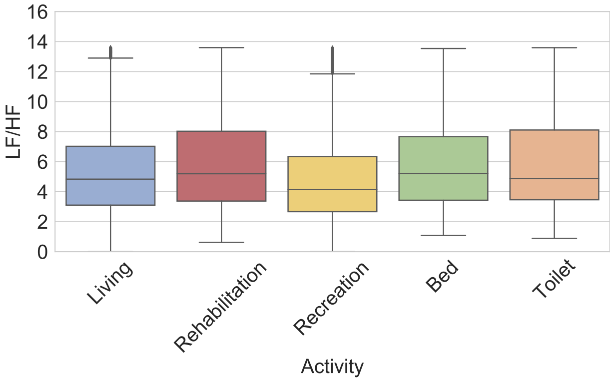

図 9: 行動別 LF/HF 比の箱ひげ図（ID_02）

し，**図 8**，**図 9** に各被験者の行動別 LF/HF 比の箱ひげ図を示す．図 6，図 7 より，どちらの被験者においても，行動ごとの RRI に大きな違いは見られない．また，図 8，図 9 より，ID_01 では，ベッド介助，ID_02 では，リハビリテーション指導，ベッド介助，トイレ介助で，LF/HF 比の値が高くなる傾向がある．これらの行動は多少たりとも，危険性の伴う介護行動であるため，介護士にかかる精神的負担は比較的高いと推測できる．そのため，これらの行動において，ストレス状態である可能性が高いと考えられる．

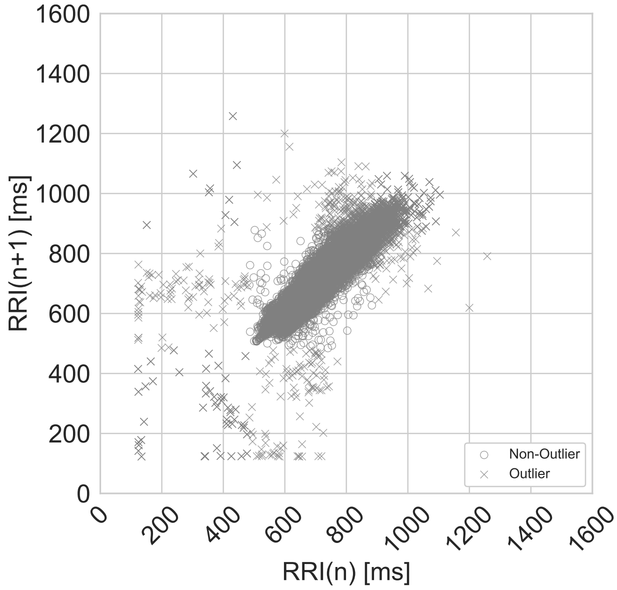

図 10: ローレンツプロット（ID_01）

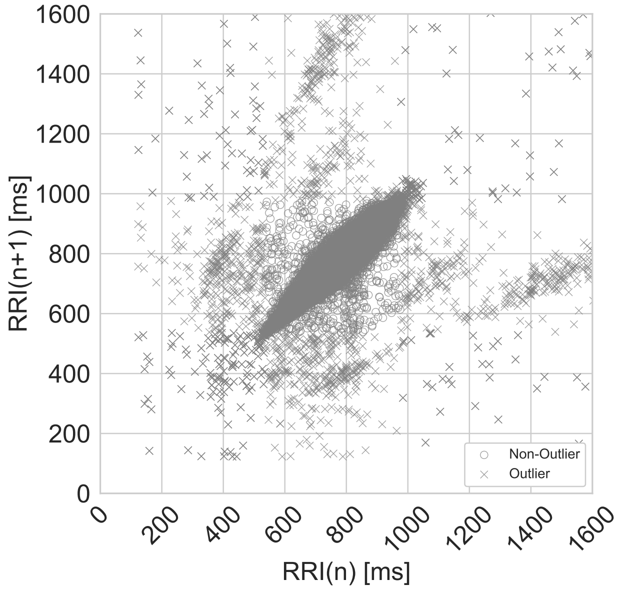

図 11: ローレンツプロット（ID_02）

5.3 ローレンツプロットによる分析結果

図 10，**図 11** に各被験者のローレンツプロットを示す．これらプロットでは，誤検出による RRI 値（外れ値）を区別するため，RRI の四分位範囲（IQR）を利用して，範囲内は○印，範囲外（外れ値）は×印で示している．どちらのローレンツプロットにおいても，プロット点は主に中央付近に密集していることがわかり，外れ値は広範囲に分布していることがわかる．ID_01 の低 RRI 領域のばらつき，ID_02 の広範囲におけるばらつきに関しては，介護士自身の行動により，センサデータを十分に収集できなかったためと考える．

図 12，**図 13** に各被験者の行動別ローレンツプロット面積を示す．ローレンツプロット面積は，IQR 内（つまり，○印の部分）の面積を示している．ID_01（図 12）では，ベッド介助，ID_02（図 13）では，リハビリテーション指導，トイレ介助において面積が小さくなる傾向が見て取れる．そのため，これらの介護行動において，ストレス状態にあると考えられる．これらの行動は，先に述べた通り，多少たりとも危険性を伴う介護行動である．この結果は，LF/HF 比の指標でも同様の傾向が見られるため，ストレス状態にある可能性が高いと考えられる．

一方，行動時間の長いリビング内での作業やレクリエーション指導などは，ローレンツプロット面積が比較的大きいことが見て取れる．これらの介護行動は，ベッド介助やトイレ介助などに比べて，高齢者と一対一で接する機会が少ない．例えば，レクリエーション指導の場合，一対多で行動する場合が多く，また，棒体操などのような単純な介護行動がほとんどである．そのため，ベッド介助やトイレ介

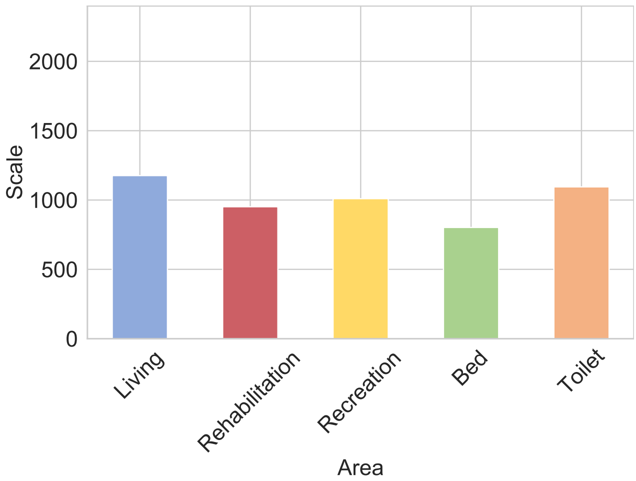

図 12: 行動別ローレンツプロット面積（ID_01）

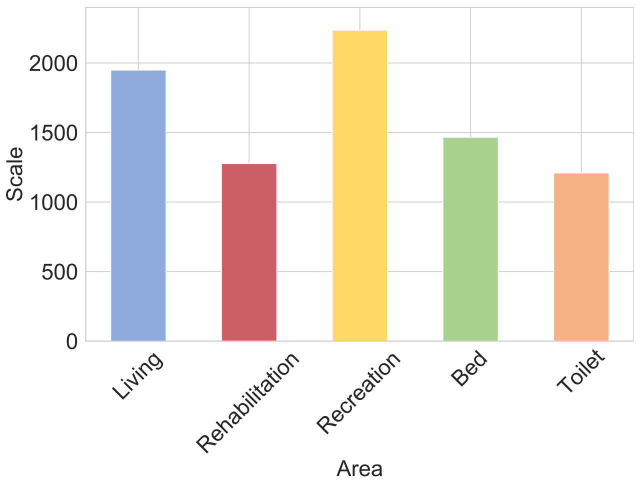

図 13: 行動別ローレンツプロット面積（ID_02）

助とは違い精神的な負荷はそれほど大きくないと考えられる．したがって，リビング内での作業やレクレーション指導のような行動は，比較的ストレスを感じていないものと推測できる．

6. 考察

第 5 章において，実際に収集した主観的及び客観的データをもとに，特定の介護士における介護行動とストレスとの関係の可視化・分析を行った．その結果，介護行動とストレス指標の間にいくつかの関係性が見られたという点で興味深い知見を得ることができた一方，課題として，本実験において得られたデータ量は，未だ介護士のストレスを正確に推定するには十分ではないことがわかった．

介護施設で働く介護士は，実際の業務を行いながら，データ収集に協力して頂いたが，使用した心拍センサが日常業務に対して支障をきたすことも頻繁にあり，センサを取り付けなかった被験者が半数以上占めるという結果となった．アンケートに関しても，入力項目が多かったため，未回答だったケースが多く見られた．多忙な介護士にとって，アンケートの回答も負担がかかっていたと考えられる．そのため，今後より多くのデータを収集するには，単純に同様の実験を繰り返すだけではなく，介護士の業務に影響を及ぼさないデバイスを使用することやアンケート量及び回答タイミングを見直すなど，いくつかの工夫を行う必要があると考える．

その他，実験施設を増やしたり，訪問介護などの居宅サービスでも実験を行うことで，施設やサービス間でのストレスの違いを明らかにすることも可能であると考える．いくつかの介護施設において簡単なヒアリング調査を行ったところ，認知症高齢者など，対応する人の違いにより，精神的状態が大幅に変化するという意見を頂戴している．そのため，介護行動だけではなく，対応する被介護者の特性に応じて生じるストレス状態の変化も示唆することによって，業務負担の要因をより細かく把握できるのではないかと考える．

また，ヒアリング調査において，心身状態の変化は，個人の性格の違いによっても現れる可能性があるという意見も得られた．個人の性格を 5 つの要素で表すアンケート尺度として Big Five [20] がよく知られているが，このようなアンケート尺度を我々の実験にも導入することで，性格の違いによるストレスの変化の違いなども観察できる可能性があるため，今後検討していく予定である．

7. まとめ

急速な高齢化が進行している日本では，介護サービスの需要が高まっている一方，介護士一人あたりの業務負担が大幅に増加している．このような背景下で，我々は，介護士の心理的状態（ストレス）に注目し，業務負担軽減に向けた新たな知見の獲得を目指した．この目的を達成するため，実際に，心拍センサを用いて，奈良県生駒市にある介護施設「いこいの家 26」において，被験者 5 名による計 10 日間のデータ収集実験を行い，可視化・分析を行った．その結果，ベッド介助など，特定の介護行動においてストレス状態にあることを客観的ストレス指標より確認でき，また，それらが影響することで，介護士の気分及び業務意欲の低下が主観的ストレス指標より確認できた．

一方，本実験により得られたデータは，我々が目的とする業務負担軽減に向けた知見を獲得するには，未だ十分ではない．今後は，使用するデバイスやアンケート指標を見直しながら，継続的なデータ収集を目指す．また，得られたデータをもとに，それらを特徴量としたストレス推定モデルを構築し，介護士の日常業務，つまり，介護行動とストレスの関係性について，より詳細に明らかにしていく予定である．

謝辞　本研究の一部は，Society 5.0 実現化研究拠点支援事業および科研費基盤研究 (B)(No.20H04177) の助成に

よって行った．また，奈良県生駒市のライフケア総合研究所「いこいの家 26」代表湯川直紀様及び施設スタッフの方々には，実験に協力していただいた．ここに感謝の意を表する．

参考文献

[1] 内閣府. 令和 2 年度高齢社会白書, 2020.

[2] 公益財団法人介護労働安定センター. 介護分野の現状等について, 2017.

[3] Tatsuya Morita, Kenta Taki, Manato Fujimoto, Hirohiko Suwa, Yutaka Arakawa, and Keiichi Yasumoto. Beacon-based time-spatial recognition toward automatic daily care reporting for nursing homes. *Journal of Sensors*, Vol. 2018, , 2018.

[4] 厚生労働省. 労働安全衛生法に基づくストレスチェック制度実施マニュアル, 2021.

[5] The Whoqol Group. The world health organization quality of life assessment (whoqol): development and general psychometric properties. *Social science & medicine*, Vol. 46, No. 12, pp. 1569–1585, 1998.

[6] Shuichi Fukuda, Yuki Matsuda, Yutaka Arakawa, Keiichi Yasumoto, and Yuri Tani. Predicting depression and anxiety mood by wrist-worn sleep sensor. In *WristSense 2020: 6th Workshop on Sensing Systems and Applications using Wrist Worn Smart Devices (WristSense 2020)*, 2020.

[7] Martin Gjoreski, Hristijan Gjoreski, Mitja Lutrek, and Matja Gams. Automatic detection of perceived stress in campus students using smartphones. In *2015 International Conference on Intelligent Environments*, pp. 132–135. IEEE, 2015.

[8] Lee Anna Clark. The anxiety and depressive disorders: Descriptive psychopathology and differential diagnosis. 1989.

[9] Enrique Garcia-Ceja, Venet Osmani, and Oscar Mayora. Automatic stress detection in working environments from smartphones' accelerometer data: a first step. *IEEE journal of biomedical and health informatics*, Vol. 20, No. 4, pp. 1053–1060, 2015.

[10] Evangelia Demerouti and Arnold B Bakker. The oldenburg burnout inventory: A good alternative to measure burnout and engagement. *Handbook of stress and burnout in health care*, pp. 65–78, 2008.

[11] Tomokazu Matsui, Kosei Onishi, Shinya Misaki, Hirohiko Suwa, Manato Fujimoto, Teruhiro Mizumoto, Wataru Sasaki, Aki Kimura, Kiyoyasu Maruyama, and Keiichi Yasumoto. Analysis of visualized bioindicators related to activities of daily living. In *Advanced Information Networking and Applications - Proceedings of the 35th International Conference on Advanced Information Networking and Applications (AINA-2021)*, Vol. 225, pp. 731–744. Springer, 2021.

[12] Burcu Cinaz, Bert Arnrich, Roberto La Marca, and Gerhard Tröster. Monitoring of mental workload levels during an everyday life office-work scenario. *Personal and ubiquitous computing*, Vol. 17, No. 2, pp. 229–239, 2013.

[13] S. G. Hart. Nasa task load index (tlx). volume 1.0; computerized version. 1986.

[14] Amir Muaremi, Bert Arnrich, and Gerhard Tröster. Towards measuring stress with smartphones and wearable devices during workday and sleep. *BioNanoScience*, Vol. 3, No. 2, pp. 172–183, 2013.

[15] Yoshiaki Matsumoto, Nobuaki Mori, Ryoh Mitajiri, and Zhongwei Jiang. Study of mental stress evaluation based on analysis of heart rate variability. *Journal of Life Support Engineering*, Vol. 22, No. 3, pp. 105–111, 2010.

[16] 豊福史, 山口和彦, 萩原啓. 心電図 rr 間隔のローレンツプロットによる副交感神経活動の簡易推定法の開発. 人間工学, Vol. 43, No. 4, pp. 185–192, 2007.

[17] 石田眞二, 武田超, 白川龍生, 鹿島茂. 鉄道サービスにおけるストレス軽減効果の検証. 運輸政策研究, Vol. 15, No. 2, pp. 010–019, 2012.

[18] 心拍センサ WHS-3 — ユニオンツール株式会社. `https://www.uniontool.co.jp/product/sensor/whs3.html`.

[19] Wilmar B Schaufeli, Akihito Shimazu, Jari Hakanen, Marisa Salanova, and Hans De Witte. An ultra-short measure for work engagement: the uwes-3 validation across five countries. *European Journal of Psychological Assessment*, Vol. 35, No. 4, p. 577, 2019.

[20] Oliver P John, Eileen M Donahue, and Robert L Kentle. Big five inventory. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1991.