

介護士の負担軽減に向けた介護業務における 生体情報の収集及び心身状態変化の分析

宮地 篤士¹ 木俣 雄太¹ 松井 智一¹ 張 志華¹ 藤本 まなと^{1,2} 安本 慶一¹

概要: 急速な高齢化が進んでいる日本では、介護サービスの需要が高まりつつある一方、今後、介護士の人手が不足する恐れがある。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、安全かつ高品質を目指すべきである介護施設において解決すべき課題と認識されている。我々は、以上の課題に対して、介護業務を通して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、介護士にデバイスを装着してもらい、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、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。介護行動や業務形態、業務日などによって介護士のストレスが変化することを確認するため、実際の介護施設において実証実験を実施した。具体的には、介護士 5 名にデバイス及びアプリケーションを配布し、合計 28 日間のデータ計測を行い、介護行動や業務形態と関連した心身状態変化の分析・可視化を行った。取得データを分析した結果、客観的ストレス指標と主観的な評価が必ずしも一致はしなかったものの、特定の介護行動や業務形態によって、ストレスの増加傾向が見られた。また、介護士自身の性格の違いによって主観的及び客観的ストレスの変化が示唆された。

Collection and Analysis of Psychological State in Nursing Care Operations toward Reduction of Caregiver Workload

1. はじめに

日本では、高齢化社会が進行しており、国の重要な社会問題として提起されている。この問題に伴い、近年デイケアセンター等の介護サービスの需要が高まっており、介護士の存在が必要不可欠である。一方、このまま高齢化が進行すると、働き手の不足から介護サービスの供給が追いつかない恐れがある。厚生労働省が 2015 年に発表した調査 [1] によると、2025 年には約 37.7 万人の介護人材不足が見込まれている。介護人材の不足は、介護士一人あたりに対する業務負担の増加を招く恐れがあり、これは、安全かつ高品質を目指すべきである介護施設において、深刻な課題である。したがって、介護士の業務負担を軽減するには、介護業務を効率化させるためのシステムが求められている。我々は、以上の課題を、ICT 技術によって解決しよ

うと取り組み [2]、この中で、介護士の心身状態（ストレス）の変化が、業務負担に大きく影響するのではないかと考えた。そのため、本研究では、介護業務効率化を目的として、介護業務によるストレスの変化に注目する。介護業務時におけるストレスの変化が推定できれば、介護士自身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気分転換の促しなどに応用できる可能性がある。知見獲得に向けた第一段階として、介護士の介護行動とストレスの関係を確かめるため、実際に施設の介護士を対象に、心拍センサとアンケートを用いて、計測実験を行った [3]。分析結果より、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との間にいくつかの関係性があることを確認した。また、介護施設でのヒアリング調査から、業務形態の違い（日勤、夜勤など）や対応する被介護者の違い、介護士個人の性格の違いによってもストレスの変化は現れるのではないかという意見も頂いた。

本稿では、前回の計測実験・ヒアリング調査の意見を踏まえた上で、データ計測方法の見直しを行い、介護行動と

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

² 大阪市立大学,
Osaka City University

ストレス状態の変化に関する更なる知見の獲得を目指した。具体的には、介護士に心拍センサやウェアラブルデバイスを装着してもらい、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を計測する。また、実験開始前及び業務前、休憩、業務後にアンケートを実施し、介護士の主観的ストレス指標を計測する。これらの計測した指標より介護士の介護業務時におけるストレスの分析・可視化を行う。

本手法の有効性を評価するため、和歌山県橋本市の住宅型有料老人ホーム「シニアヴィラジュレ橋本」において、介護士5名を対象に、合計28日間の計測実験を行った。その結果、介護士1人あたり5日～15日分の心身状態や生体情報に関するデータを収集した。さらに、収集データを分析した結果、客観的ストレス指標と主観的なストレス指標が必ずしも一致はしなかったものの、特定の介護業務や業務形態によって、ストレスの増加傾向が見られた。また、介護士自身の性格の違いによって主観的及び客観的ストレスの変化が示唆された。

2. 関連研究

本章では、アンケートやデバイスなどを用いた既存のストレス推定手法について紹介する。

個人のストレスを容易に収集する手段として、アンケートがある。近年では、様々なアンケート指標が国内外で開発されており、自身のストレスの確認・セルフコントロールを促している。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]。また、ストレスは生活の質を示す QoL (Quality of Life) の低下を招くとも示唆されている。世界保健機関 (WHO) は、この QoL を定量的に評価するため、WHOQOL-100 [5] と呼ばれるアンケート指標を開発している。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、毎日定まった時間にアンケートを行うとなった場合、回答者の負担が大きいといった問題がある。

そこで、近年のセンシング技術や分析技術を用いて、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、オフィスワーク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を用いて、起床時の DAMS [7] より得られる 3 段階の気分 (抑うつ, 肯定, 不安) を予測する機械学習モデルを構築している。Garcia-Ceja ら [8] は、スマートフォンより得られる加速度センサデータと 1 日 3 回行う the Oldenburg Burnout Inventory [9] を用いて、被験者ストレスを 3 段階で分類している。以上のようなセンサは、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にも搭載されており、応用範囲が広がっている。

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襲に計測できるため、精神的ストレスの解析で活用されている。Matsui ら [10] は、宅内で生活する居住者の QoL 向上に向けた知見獲得のため、家事などの日常生活行動と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 [11] 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 [12] 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ている。

個人の性格に関する指標を取り入れることで、性格とストレスの関係性を分析した研究も行われている。Kallio ら [13] は、学校やオフィスなどの環境データから従業員のストレスや生産性を機械学習によって評価し、Big Five [14] による性格特性との関係性を評価している。その結果、外向的な性格の人は、環境の悪さにストレスを感じやすく、環境要因に敏感に反応しやすいことが明らかとなった。

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、主に職場や日常生活に注目している。また、1 日おきや特定のタイミングにおける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、本研究の目的である「どのような業務で、どの程度のストレスを感じているか？」までを明らかにする研究は、我々が調べた限り、ほとんど行われていない。本研究では、実際の介護施設で働く介護士から心拍センサ及びウェアラブルデバイスを用いて生体指標を収集し、介護士の業務時におけるストレスの変化や介護行動とストレスとの関係性を詳細に可視化・分析する手法を提案する。

3. ストレスと関連のある生体指標

本章では、介護業務時の心身状態を計測するために収集する客観的及び主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

客観的ストレスを計測するための代表的な生体指標として心拍変動がある [15]。心拍変動は、周期的に変動する心拍間隔から算出される指標であり、時間領域や周波数領域に注目し、様々な解析手法が存在する。時間領域解析により算出される RRI (R-R interval) は、心拍波形の特徴波である R 波と次の R 波の間隔を表す。RRI の標準偏差を表す SDNN (Standard Deviation of NN) は、RRI の揺らぎと関係しており、副交感神経の活動指標となっている [16]。また、RRI を 2 次元直交グラフ上にプロットし、心拍の揺らぎを表現するローレンツプロットもストレスを推定するための指標として用いられる [15]。ローレンツプロットは、RRI の前後関係を x 軸、y 軸にそれぞれプロットし、全ての点を $y = x$ 軸と $y = -x$ 軸に投影する。投影後、ローレンツプロットの分布を楕円として捉える。この時の楕円の面積が心拍の揺らぎを表し、副交感神経の優位性を示して

いる。この指標もストレスを評価するために、様々な場面で活用されている [17], [18].

一方、心拍変動を周波数変換してパワースペクトルにしたときに算出される LF/HF 比もストレス状態を把握するために用いられる。LF/HF 比は、低周波領域 (0.04~0.15Hz) を表す LF 成分と高周波領域 (0.15~0.4Hz) を表す HF 成分のパワー比率である。リラックス状態時は、副交感神経が活性化し、LF 成分、HF 成分ともに上昇するが、ストレス状態にある場合は、LF 成分が増加する一方、HF 成分が減少する。したがって、ストレス状態時は、リラックス状態時に比べて、相対的に LF/HF 比が高くなる。この LF/HF 比より、ストレス状態の把握は可能と考える。

3.2 主観的なストレス指標

人間の主観的なストレスを評価するためには、アンケート指標が用いられる。本節では、労働者のストレス状態やメンタルワークロードを測定するために活用されるアンケート指標について説明する。

DAMS (Depression and Anxiety Mood Scale)[7]

DAMS は肯定的、抑うつ、不安の 3 種類の気分を測定するための質問表である。「楽しい」、「嬉しい」、「はつらつとした」、「不安な」、「心配な」、「気がかりな」、「沈んだ」、「暗い」、「嫌な」の 9 つの形容詞句の言葉に対して、今の自分はどの程度当てはまっているかを 7 段階で選択する。

ワークエンゲージメント [19]

ワークエンゲージメント (UWES) は Schaufeli ら [20] が提唱した概念「ワーク・エンゲージメント」をもとに開発されたアンケート指標である。「活力」、「熱意」、「没頭」といった仕事に対して積極的に向かい、活力を得ている状態を評価することができる。

リカバリー経験 [21]

リカバリー経験 (REQ) はストレス環境において消費された心理的状态をもとの水準に回復させるための行動に関する質問であり、1 日の業務終了後の時間の過ごし方について回答する内容となっている。「心理的距離」、「リラックス」、「熟達」、「コントロール」に関して 16 設問を回答する。

NASA-TLX[12]

NASA-TLX は、作業時における精神的負荷の要因を可視化する手法の一つであり、精神的な要求、身体的な要求、時間的な要求、作業達成度、努力、不満の 6 つの評価項目から構成される。

4. 介護士のストレス計測システム

本章では、2 章で述べた目的を達成するため、3 章で述べたストレスと関連のある生体指標を収集し、介護士の業務時におけるストレスを計測するシステムについて説明する。

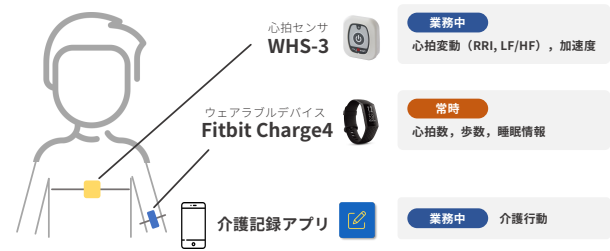


図 1: システムの構成

図 1 にシステムの構成を示す。生体指標を収集するデバイスは、介護士の業務行動を妨げることなく、装着が容易であるものが望ましい。そのため、本システムでは、心拍センサとウェアラブルデバイスの 2 つのデバイスを使用する。心拍センサは、ユニオンツール社の胸部装着型センサ WHS-3[22] を使用する。WHS-3 は、サンプリング周期 1 ms で収集した心拍データから、RRI, LF, 及び HF を算出し、Bluetooth 端末に保存できる。ウェアラブルデバイスは、Fitbit inc. の Fitbit Charge4[23] を使用する。Fitbit Charge4 では、約 15 秒に 1 回、1 分間の心拍数 [bpm] を収集する。一方で LF/HF 比に関しては、サンプリング周波数が不十分であるため、信頼性が欠ける恐れがある。また、Fitbit Charge4 からは 15 分おきの歩数や、4 段階の睡眠ステージ (覚醒睡眠、レム睡眠、浅い睡眠、深い睡眠) などが測定可能である。

介護行動ラベルの記録に関しては、モバイル端末用の介護行動記録アプリケーションを使用する。介護業務を妨げないようにするため、アプリケーションの操作は、対象の介護行動のアイコンを押すだけで開始/終了時刻をサーバへ記録できるようにしている。このアプリケーションを使用することで、介護行動ラベルの時系列データが作成できる。収集した生体指標データと行動ラベルから介護行動ごとのストレスを出力する。心拍センサ及びウェアラブルデバイスから出力される心拍データから RRI 及び LF/HF 比を算出し、その時刻の介護士の生体指標データとする。生体指標データと介護行動ラベルより、介護行動が行われていた時間帯のストレス値のデータを抽出し、その平均を算出することで、介護行動ごとのストレス値を出力する。

5. 実証実験

提案システムにより、業務中のストレス状態を記録し、介護行動や業務形態によって介護士のストレス値が変化することを確認するため、和歌山県橋本市にある住宅型有料老人ホーム「シニアヴィラジュレ橋本」において実証実験を実施した。なお、本実験は、奈良先端科学技術大学院大学倫理審査委員会 (倫理審査番号: 2018-I-31-2) の承認を得た後、実施している。期間は 2021 年 6 月 28 日から 2021 年 7 月 8 日と 2021 年 7 月 19 日から 2021 年 8 月 4 日まで行い、合計 28 日間のデータを取得した。被験者である介

表 1: 対象とする 14 種類の介護行動

行動名	行動の定義
食事介助	高齢者の食事をサポートする
食器準備・配膳	食事前の準備を行う
下膳・洗い物	食事後の後片付けを行う
トイレ介助	高齢者の排泄時のサポートをする
おむつ交換	高齢者のおむつを取り替える
ベッド介助	高齢者をベッドから起こす・ベッドに寝かせる
入浴介助	高齢者の入浴をサポートする
移動介助	高齢者の移動をサポートする
シーツ交換	ベッドのシーツを交換する
掃除	施設内の掃除を行う
洗濯	衣服の洗濯を行う
認知症対応	認知症の高齢者に対応する
薬管理	高齢者が飲む薬を管理する
記録作成	高齢者の介護記録を作成する

表 2: 業務日のアンケートの内容

設問項目	設問数	業務前	休憩	業務後
DAMS [7]	9	○	○	○
ワークエンゲージメント [19]	3	○	○	○
リカバリー経験 [21]	16	○		
NASA-TLX[12]	6			○
介護行動別ストレス	14 (最大)			○

護士は、業務前に心拍センサ WHS-3 を胸部に装着してもらい、普段通りの業務を行ってもらおう。また、実験期間中は業務外の場合でも、Fitbit Charge4 を常時装着する。本実験で対象とする介護行動は、介護施設のスタッフと相談した上で、表 1 に示す合計 14 行動とする。介護行動記録アプリケーションでは、下記の行動に加えて、「休憩」及び「その他」を追加し、16 種類から選択する。

また、介護士の主観的なストレスを収集するため、実験開始前と 1 日 3 度（業務前、休憩、業務後）のアンケートを実施する。実験開始前に実施する事前アンケートでは、性別や介護士としての経験年数に関して質問し、介護士個人の能力・経験を把握する。さらに、介護士個人の性格がストレスに影響するのかを把握するために、Big Five[14] を用いた性格特性に関するアンケートを実施する。表 2 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、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 7 段階で回答してもらおう。業務日のアンケートは 3.2 節で説明したアンケート指標を基に作成している。

- 早出：7:00 ～ 16:00
- 通常：8:30 ～ 17:30
- 夜勤：16:30 ～ 9:00（そのうち、5:30～7:00 は仮眠）
- 当直：17:30 ～ 9:00（そのうち、21:30～5:30 は仮眠）

6. 結果

6.1 得られたデータの概要

表 3 に、事前アンケートより得られた被験者 5 名の属性

表 3: 被験者の属性

被験者 ID	性別	年齢	介護業務経験年数
ID_01	女性	50 歳代	10 年以上 15 年未満
ID_02	男性	30 歳代	5 年以上 10 年未満
ID_03	女性	30 歳代	10 年以上 15 年未満
ID_04	女性	50 歳代	3 年未満
ID_05	女性	50 歳代	10 年以上 15 年未満

表 4: 本実験で取得したデータ数

収集データ		合計取得日数
生体指標	WHS-3	57
	Fitbit Charge4	104
アンケート	業務前	74
	休憩	65
	業務後	56
介護行動		63

を示す。被験者の性別は、男性 1 名、女性 4 名であった。図 3 に、Big Five による被験者の性格特性の結果を示す。性格特性の結果から「神経症」や「開放性」は、被験者によって大きな差が現れている。一方、「協調性」においては、被験者間で大きな差は生じていない。介護士は、入居者と接することや周りの介護士とやるとりする機会が多い。そのため、他者への配慮や共感能力は、重要な特性であり、比較的低い人が少ないと考えられる。

本実験では、合計 28 日間の生体指標、アンケートおよび介護行動データを収集した。しかし、デバイスの不具合や装着が不十分であったケースが見られ、データの収集ができていなかったケースも見られた。同様にアンケートでも、普段通りの業務を行いながら、答える必要があるため回答を忘れるケースが度々見られた。表 4 に最終的に取得したデータ数を示す。Fitbit データは、1 名 (ID_02) が不具合の影響で取得できなかったものの、業務時間外でも装着を促したため、合計取得日数は一番多かった。アンケートにおいては、業務前が最も回答数が多く、時間経過につれて、休憩、業務後と回答数が減少していた。また、被験者によっては、アンケートの回答が常に一定の答えであったり、記録した介護行動ラベル数が少なく、記録を忘れていたケースもあった。

図 2 に介護士 5 名の DAMS, NASA-TLX 及び介護行動別ストレス評価の回答結果（平均値）を示す。DAMS に関しては、肯定的気分を表す指標は、抑うつや否定的気分と比べて低い傾向であった。また、夜勤業務は早出業務や通常業務などの日中に行う業務に比べて肯定的気分が低い。反対に通常業務は抑うつや否定的気分が比較的低く、肯定的気分が高いことがわかった。NASA-TLX に関しては、早出業務や通常業務などの日中の業務では、「精神的」及び「身体的要求」が高い一方、夜勤業務や当直業務などの深夜帯の業務では、「時間的圧迫感」や「不満」が高いことが

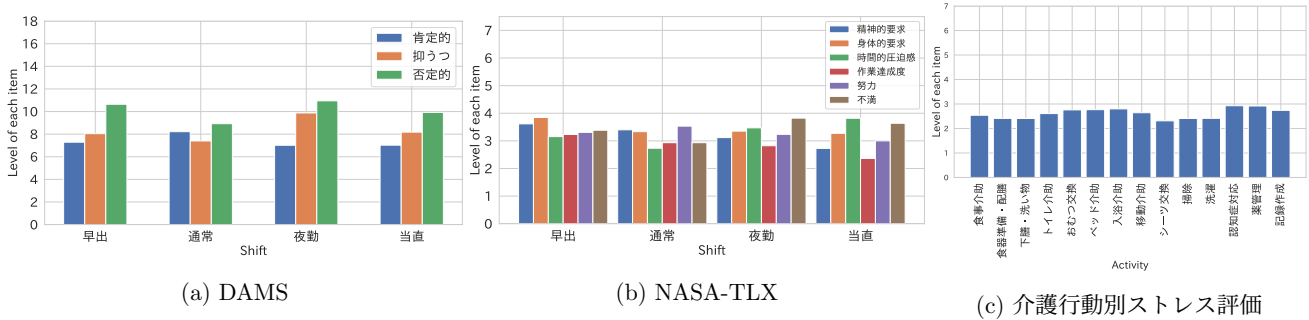


図 2: アンケートの全体的傾向

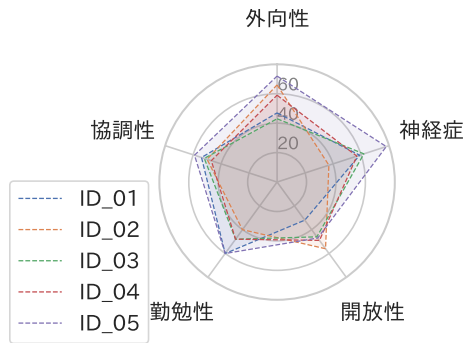


図 3: 被験者の性格特性

表 5: 各介護行動に対する実施時間 [min] (ID_01, ID_02)

行動名	ID_01	ID_02
食事介助	43.5	258.6
食器準備・配膳	468.3	522.3
下膳・洗い物	630.7	246.9
トイレ介助	83.8	61.3
おむつ交換	523.3	582.9
ベッド介助	0.0	267.6
入浴介助	11.4	10.6
移動介助	326.6	217.7
シーツ交換	60.0	0.0
掃除	231.5	0.0
洗濯	194.7	319.7
認知症対応	1.8	114.9
薬管理	185.3	390.4
記録作成	98.8	937.2

わかった。介護行動別のストレス評価では、「認知症対応」や「入浴介助」、「ベッド介助」などの高齢者と接することの多い介護行動や、細かい確認を必要とする「薬管理」が比較的高く、「シーツ交換」や「掃除」、「洗濯」などの高齢者と接することがない家事作業は、低いことがわかった。

6.2 節以降では、実際にデバイスより得られた生体指標データの分析結果を示す。本分析では、サンプリング周期が短く、安定して RRI 及び LF/HF 比が収集可能である WHS-3 のデータを使用した。また、分析結果は、被験者の中でも特に WHS-3 のデータ数の多い 2 名 (ID_01, ID_02) をもとに検証したものである。表 5 に介護記録アプリケーションより算出した各介護行動の合計実施時間を示す。ID_01 では、「下膳・洗い物」、「おむつ交換」が、ID_02 では、「記録作成」、「おむつ交換」が長かった。

図 4, 図 5 に各被験者の DAMS, NASA-TLX 及び介護行動別ストレス評価の回答結果 (平均値) を示す。DAMS に関しては、ID_01 は、抑うつ気分が他に比べて低いが、夜勤業務時は、上昇していることがわかる。一方で ID_02 では、肯定的気分がやや高く、特に当直業務では、抑うつや否定的気分との差が大きくなっている。NASA-TLX においては、ID_01 では、「身体的要求」、「努力」の項目が他に比べて高く、夜勤業務においては、それらに加えて、特に高くなっていることがわかった。これらの負荷の影響が DAMS の抑うつ、否定的気分の上昇につながっていると考えられる。ID_02 では、「作業達成度」や「努力」の項目がやや高くなっている。また、「時間的圧迫感」が夜勤業務、

当直業務で高くなっている。これは、ID_01 でも同様の傾向が見られ、深夜帯での業務は、介護士の人数が減少するため、時間的な負担が大きくなっていると考えられる。介護行動別に見ると、「認知症対応」は、どちらの介護士においても高く、加えて、ID_01 では、「おむつ交換」や「ベッド介助」などの入居者と直に接するような行動が、ID_02 では、「薬管理」や「記録作成」などの個人で作業する行動が高い結果となった。

6.2 介護行動ごとの分析結果

本節では、WHS-3 より計測した生体指標データを基に介護行動別で分析を行った。なお、介護記録アプリケーションに記録されていない介護行動は、実験期間中に行っていないとみなし、結果を 0 としている。また、ローレンツプロット面積に関しては、外れ値が広範囲に分布していたため、RRI の四分位範囲内 (IQR) を利用して、IQR 内の面積を示している。

図 6, 図 7 に各被験者の介護行動別 SDNN, LF/HF 比及びローレンツプロット面積を示す。ID_01 では、「シーツ交換」で、ID_02 では、「入浴介助」で SDNN, ローレンツプロット面積が低く、LF/HF 比で高い傾向が読み取れる。SDNN, ローレンツプロット面積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り、LF/HF 比はスト

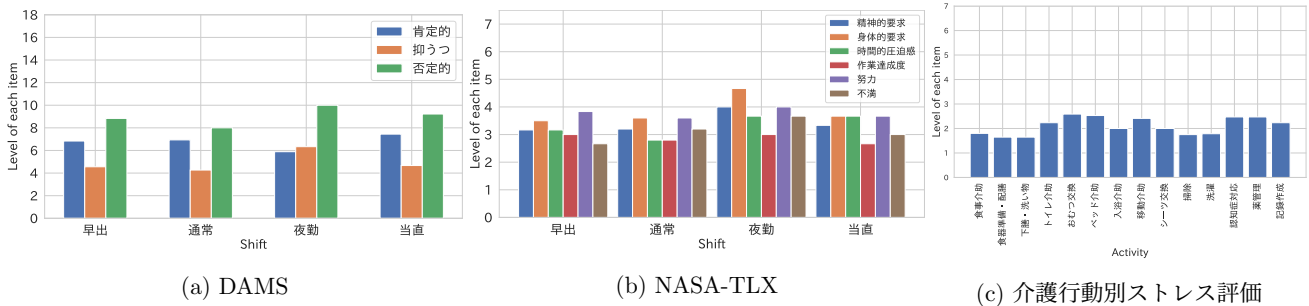


図 4: アンケートの回答結果 (ID.01)

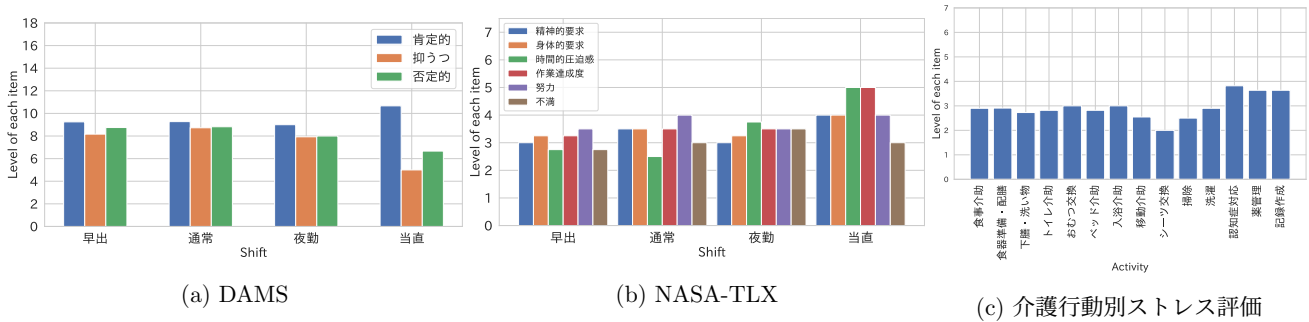


図 5: アンケートの回答結果 (ID.02)

レス状態で高く、リラックス状態で低くなる傾向があるため、これらの行動は比較的ストレス傾向にある可能性がある。一方で、ID.01では、「移動介助」で、ID.02では、「記録作成」で反対の傾向（SDNN，ローレンツプロット面積が高く、LF/HF比が低い）が見られ、これらの行動は精神的負荷がそれほど大きくないと考えられる。また、ID.02においては、「休憩」時にリラックス傾向が顕著に現れている一方で、ID.01では、その傾向が見られなかった。

6.3 業務形態別の分析結果

図 8，図 9 に各被験者の業務形態別 SDNN，LF/HF 比及びローレンツプロット面積を示す。ID.01 では、早出業務や通常業務などの日中の業務の方で、ID.02 では、早出業務や当直業務で SDNN，ローレンツプロット面積が低く、LF/HF 比が高い傾向にあるため、ストレスを感じている可能性がある。一方、夜勤業務では両者ともに、反対の傾向が見られ、精神的負担が小さいと考えられる。

6.4 考察

6.4.1 性格とストレス指標の関係性

図 3 より、2 名の被験者の性格特性に注目する、ID.01 は、「勤勉性」が高く、「開放性」が低い傾向にあった。「勤勉性」が高い人は、慎重ではあるものの、自己抑制が効き、集中力が高い傾向にある。ID.01 は、NASA-TLX の項目における「努力（業務対して、どのくらい一生懸命取り組んだか）」の値が高い結果となった。また、休憩時にリラックス傾向が明確に現れておらず、業務のことを意識してい

る可能性がある。一方、ID.02 は、「外向性」や「開放性」が高く、「神経症」が低い傾向にあった。「外向性」が高い人は陽気でポジティブな傾向がある。また「神経症」が低い人は不安、抑うつが低い傾向にある。ID.02 は、DAMS における肯定的気分が抑うつや否定的気分に比べて、高い結果となった。この DAMS の結果は、これらの特性が影響している可能性がある。また、休憩時に精神的ストレスをほとんど感じていない点も性格特性に影響していると考えられる。以上より、性格による主観的及び客観的ストレス指標の変動が考えられる。

6.4.2 主観的ストレス指標と客観的ストレス指標との比較

6.1 節では、アンケートによる被験者の主観的なストレス評価結果、6.2 節及び 6.3 節では、心拍センサより収集された客観的ストレス指標の分析結果について示した。

介護行動別の客観的ストレス指標の分析結果では、ID.01 において「シーツ交換」で、ID.02 において「入浴介助」でストレス傾向である可能性が見られた。しかし、これらの結果は、主観的なストレス評価結果において、精神的負荷がかかっている業務として明確には現れなかった。また、反対にアンケートで回答した比較的ストレスを感じている介護行動に対しても、客観的ストレス指標からストレスを感じているように捉えることはできなかった。業務形態別の客観的ストレス指標の分析結果では、ID.01 において早出業務や通常業務で、ID.02 において早出業務や当直業務でストレスを感じている可能性が見られた。これらの業務形態においても、DAMS やワーク・エンゲージメントの回答結果が大きく変化しなかった。

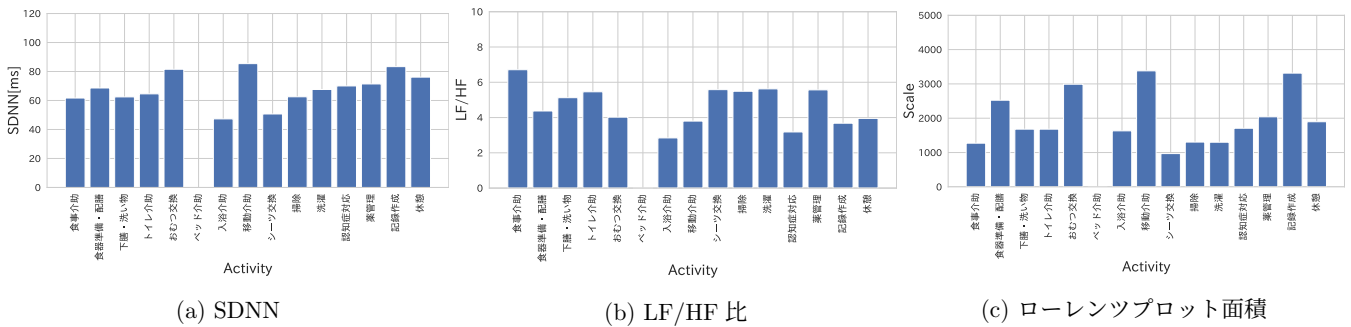


図 6: 介護行動別生体指標データの平均値 (ID_01)

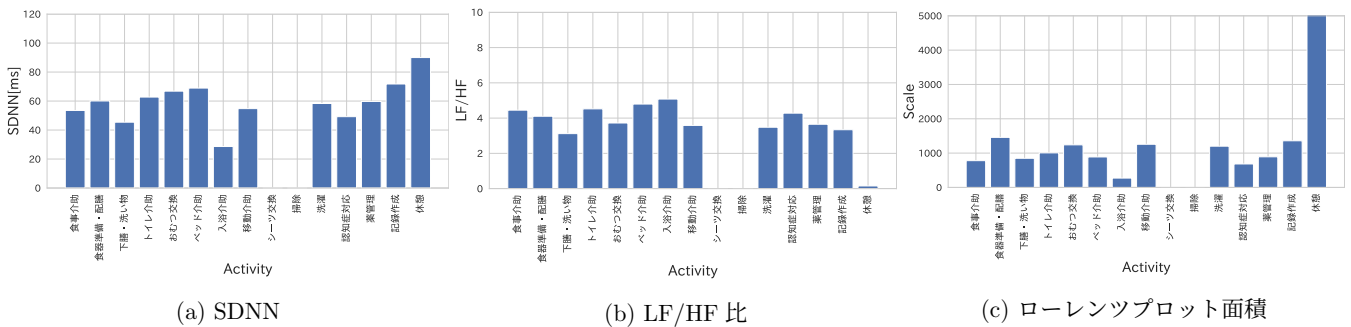


図 7: 介護行動別生体指標データの平均値 (ID_02)

このことから、客観的ストレス指標からストレス傾向にある介護行動や業務形態が必ずしも、主観的な評価結果と一致しないことがわかった。原因として、介護行動ラベルの記録が正確に行われてなかったり、外的な環境要因が影響していると考えられる。したがって、客観的な介護行動に関するストレス推定の目安となる一方、絶対的ではない。

7. 結論

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で、働き手不足などの要因から、介護士一人あたりの業務負担の増加が見込まれている。このような背景のもと、我々は介護士の心身状態（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。目的達成に向けて、本稿では、介護士の心身状態が、介護行動や業務形態、性格の違いによって変化するか調査するため、実際の介護施設において合計 28 日間のデータ収集実験を実施した。収集実験では、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。実験の結果、介護士 1 人あたりおよそ 5 日～15 日分の心身状態や生体情報に関するデータを収集できた。さらに、被験者のうちデータ量の多い 2 名の生体指標データから、客観的ストレス指標及び主観的ストレス指標の分析・可視化を行った。その結果、客観的な指標と主観的な評価が必ずしも一致はしなかったものの、特定の介護業務や業務形態、業務日によって、ストレスの増加傾向などが見られた。また、介護士自身の性格の違いが主観的及び客観的ストレス指標

の変化につながっていることが示唆された。今後は、同時に測定したウェアラブルデバイスからの生体指標データについても分析を行い、心拍センサとの比較を考えている。最終的には、複数回の収集実験を通して、さらにデータを増やし、それらのデータの特徴量としたストレス推定モデルの構築し、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、和歌山県橋本市の住宅型有料老人ホーム「シニアヴィラジュレ橋本」チーフ井上ゆかり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。

参考文献

- [1] 厚生労働省. 2025 年に向けた介護人材にかかる需給推計 (確定値) について, 2015.
- [2] 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, pp. 1–15, 2018.
- [3] Atsushi Miyaji, Tomokazu Matsui, Zhihua Zhang, Hyuckjin Choi, Manato Fujimoto, and Keiichi Yasumoto. Analysis on nursing care activity related stress level for reduction of caregiving workload. In *International Workshop on Applications of Wireless Ad hoc and Sensor Networks (AWASN'21)*, 2021.

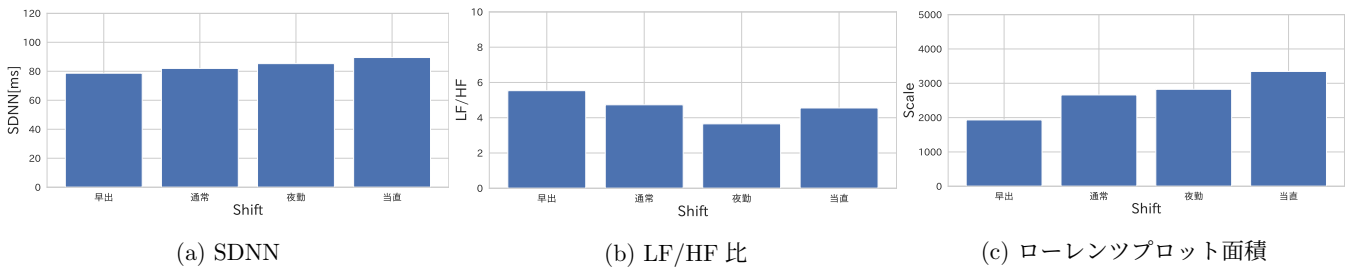


図 8: 業務形態別生体指標データの平均値 (ID_01)

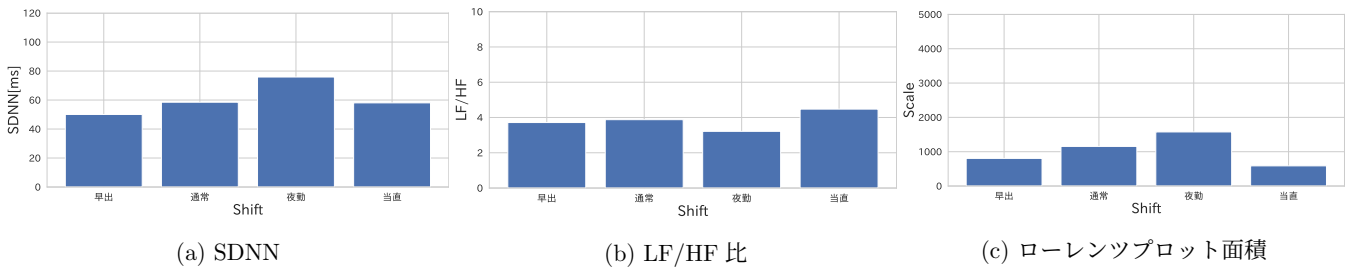


図 9: 業務形態別生体指標データの平均値 (ID_02)

- [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] Lee Anna Clark. The anxiety and depressive disorders: Descriptive psychopathology and differential diagnosis. 1989.
- [8] 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.
- [9] 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.
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] S. G. Hart. Nasa task load index (tlx). volume 1.0; computerized version. 1986.
- [13] Johanna Kallio, Elena Vildjiounaite, Jani Koivusaari, Pauli Räsänen, Heidi Similä, Vesa Kyllönen, Salla Muuraiskangas, Jussi Ronkainen, Jari Rehu, and Kaisa Vehmas. Assessment of perceived indoor environmental quality, stress and productivity based on environmental sensor data and personality categorization. *Building and Environment*, Vol. 175, p. 106787, 2020.
- [14] Oliver P John, Eileen M Donahue, and Robert L Kentle. Big five inventory. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1991.
- [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] Task Force of the European Society of Cardiology the North American Society of Pacing Electrophysiology. Heart rate variability: standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation*, Vol. 93, No. 5, pp. 1043–1065, 1996.
- [17] 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.
- [18] 石田真二, 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.
- [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] Wilmar Schaufeli and M Salanova. Work engagement. *Managing social and ethical issues in organizations*, Vol. 135, p. 177, 2007.
- [21] Akihito Shimazu, Sabine Sonnentag, Kazumi Kubota, and Norito Kawakami. Validation of the japanese version of the recovery experience questionnaire. *Journal of occupational health*, Vol. 54, No. 3, pp. 196–205, 2012.
- [22] 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>.
- [23] Fitbit Charge4 — Advanced Fitness Tracker. <https://www.fitbit.com/global/us/products/trackers/charge4>.