

# デイケア施設における介護士のストレス推定に向けた一検討

## Stress Estimation for Caregivers in Nursing Home

宮地 篤士<sup>†</sup> 松井 智一<sup>†</sup> 張 志華<sup>†</sup> 藤本 まなと<sup>†</sup> 安本 慶一<sup>†</sup>  
 Atsushi Miyaji Tomokazu Matsui Zhihua Zhang Manato Fujimoto Keiichi Yasumoto

### 1. はじめに

近年、日本では急速な高齢化が問題となっている。2018年の内閣府のデータによると、日本の65歳以上の人口は28.1%を占めており、他国と比べて非常に高い割合である上、今後も増加傾向は続くものと予想されている[1]。それに伴い、小規模多機能施設（通称：デイケアセンター）等の介護施設の需要も高まり続けている一方、厚生労働省の試算によると、2025年には約37.7万人の介護士が不足すると予想されている[2]。実際に、介護施設を対象としたアンケートでは、40%以上の介護施設において、介護士が不足していると回答している[3]。介護施設は、このような介護士不足の状態で行われる日々の業務を行わなければならない、介護士一人あたりの業務負担の急激な増加は、介護士の注意散漫の原因となるため、最も深刻な問題の一つとなっている。

介護施設における業務は、リハビリ、入浴介助、食事介助、トイレ介助、入居者のバイタルチェックなど、多種多様である。そのため、業務負担を改善するには、「いつ（時間）、どこで（場所、空間）、誰が（人物）、どんな業務を行っているのか（行動）」というように、介護士の介護行動を把握することが重要である。日々の介護行動を把握できれば、その行動の中から業務負担を増加/軽減させている要因を見つけ出し、それを介護士に提示することで、業務の効率化に寄与する可能性がある。

我々は、介護士の業務負担軽減に向けた取り組みの第一段階として、介護記録の自動生成システムに関する研究を行ってきた[4, 5]。具体的には、入居者にBLE (Bluetooth Low Energy) ビーコンを所持してもらい、BLE ビーコンから発せられる信号の受信信号強度値 (RSSI: Received Signal Strength Indication) をもとに、入居者の滞在場所を推定し、推定結果を時系列に並べることで介護記録を半自動で作成するシステムを提案した。また、それら行動に紐づく詳細な項目（食事内容やトイレの状態など）を容易に記録できるモバイルメモシステムの開発にも取り組んできた。これらの研究成果は、業務時間全体の約25%を占めると言われている介護記録作成業務を大幅に短縮でき、業務負担の軽減に大きく寄与できることを示している。

一方で、介護記録の作成業務だけでなく、日常の介護業務時におけるストレスも、介護士一人一人が持つ本来の能力に影響するため、業務効率の低下につながる要因の一つと考えられる。したがって、ストレスを推定することは、介護士自身が働き方を客観的に振り返ることができるため、より良い介護を提供するには必要不可欠である。しかし、ストレス推定に関する研究は、オフィスワークや日常生活を対象にしたものが多く[6, 7, 8, 9]、介護施設で働く介護士を対象としたものはほとんどない。

本稿ではBLE ビーコンやウェアラブルデバイスを用いて、介護施設で働く介護士の介護行動および生体指標を計測することで、業務時におけるストレスを推定する新たな手法を提案する。提案手法では、介護士が身に付けているBLE ビーコンやウェアラブルデバイスを用いて、介護士の介護行動データおよび生体指標データを計測することで、業務時におけるストレスを推定する。具体的には、ウェアラブルデバイスから収集される客観的ストレス生体指標であるLF/HFやRRI、および、それらの指標の平均値や標準偏差とBLE ビーコンから送信されるRSSIに基づき推定される介護行動データを特徴量として用いたストレス推定モデルを構築することで、業務時における介護士のストレスを推定する。

本研究では、提案手法の有効性を示すため、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、数名の介護職員に名札型BLE ビーコンとウェアラブルデバイスを装着してもらい、介護士の位置情報と生体指標の計測を行うことで、介護行動とストレスの関係を明らかにする予定である。具体的には、デバイスから得られる客観的ストレスをアンケートから得られる主観的ストレスと比較、評価することでストレス推定を行う。

### 2. 関連研究

センシング技術や分析技術の向上に伴い、ストレス推定に関する研究は、様々なところで行われている。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した睡眠データを用いて、心身状態を推定している。しかし、この研究では、オフィスワークの心身状態を一日おきにしか推定していないため、心身状態の変化を適切なタイミングで把握できないという問題がある。Gjoreskiら[7]は、スマートフォンから収集される加速度、GPS、Wi-Fi データを用いて、学生のストレス

<sup>†</sup> 奈良先端科学技術大学院大学, Nara Institute of Science and Technology

レベルを3段階で推定している。この研究では、どの場所あるいはどの行動でストレスを感じているかまでは、着目していない。

ストレス推定は、人々の生活の質を示す QoL (Quality of Life) の低下を招くと考えられている。Akiyama ら [8] は、装着型デバイスから取得した脈拍データからストレス状態を定義し、日常生活における QoL の可視化を行っている。Amenomori ら [9] は、スマートフォンやウェアラブルデバイスから計測される生体データなどを利用して、QoL を測定する手法を提案している。これらの研究は、デバイスから得られる情報から QoL を比較的正確に推定できることを明らかにしているが、QoL 低下の要因を把握するまでには至っていない。

心拍センサ等のデバイスから取得した生体情報を用いて、日常生活におけるストレスを推定する研究も行われている。特に、生体情報の一つである心拍変動は、自律神経の機能を評価する指標としての可能性が明らかにされており、ストレス解析の研究においても用いられ始めている [10, 11]。心拍変動は、小型センサやウェアラブルデバイスを用いて測定できるため、被験者に対して大きな負担を与えることなく、ストレスを推定できる。この心拍変動を日常の行動と関連させることで、ストレスの原因となる行動の把握に繋がる可能性がある。

ストレス推定に関する既存研究の多くは、これまで職場や大学、日常生活などを対象としたものが多く、我々が対象とするような介護現場に注目した研究は、ほとんど行われていない。本研究では、介護現場における介護士のストレスを BLE ビーコンやウェアラブルデバイスを用いて介護行動や生体指標を計測することにより推定する手法を新たに提案する。

### 3. ストレスの推定手法

本章では、提案するストレス推定手法について述べる。

#### 3.1 提案手法の概要

介護施設で働く介護士のストレスを推定するため、本研究では、BLE ビーコンやウェアラブルデバイスを用いて、介護行動および生体指標を計測することで、業務時における介護士のストレスを推定できる新たな手法を提案する。図 1 に提案手法の概要を示す。本手法は、介護士に取り付けられた BLE ビーコンから発せられる RSSI をもとに介護行動を特定する。また、ウェアラブルデバイスから得られる心拍数によって、客観的なストレスを評価し、それらを特徴量として用いた機械学習を行うことで、介護行動とストレスの関係を分析する。

#### 3.2 客観的なストレス評価

客観的なストレスを推定するための生体指標として、心拍変動がある [12]。心拍変動は、心拍の変化を表す尺

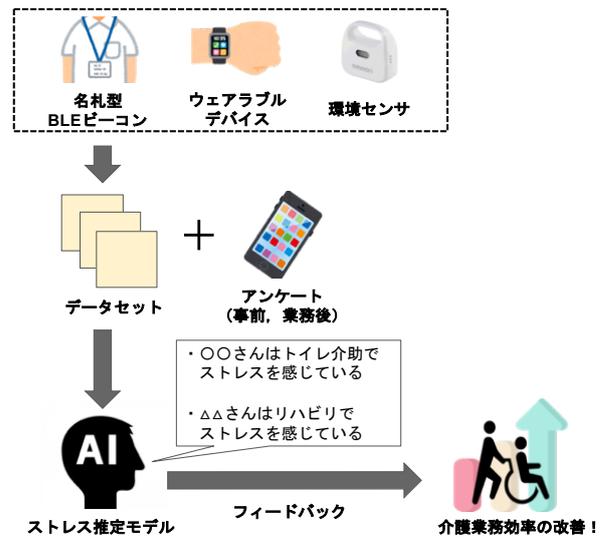


図 1: 提案手法の概要

度であり、連続する心拍間隔から算出される。心拍変動も用いたストレス推定には、様々な解析手法があるが、その一つに LF/HF 比がある。LF/HF 比は LF (低周波成分) と HF (高周波成分) の比率であり、交感神経と副交感神経の活性度を示している。例えば、リラックス時には、HF 成分が大きくなるため、LF/HF 比は小さくなる。一方、ストレス状態にある場合、HF 成分に対して LF 成分が大きくなるため、LF/HF 比が大きくなる。このことから、心拍変動は、ストレス推定において重要な指標であることが知られている [13]。正確な LF/HF 比を取得するには、心拍データを短い周期で収集できる心拍センサが必要になると考える。したがって、心拍データを数分単位で取得するウェアラブルデバイスでは、LF/HF に代わる客観的ストレス評価指標が必要となる。

また、心拍変動の特徴波である R 波と次の一拍の R 波の間隔を指す RRI もストレス推定に活用されている。RRI を用いたストレス推定手法として、ローレンツプロットを利用するものがある [12]。ローレンツプロットは、2次元直交グラフ上に、心拍周期の揺らぎ状況を表現する解析法であり、具体的には、RRI から心拍周期を求め、ある時の RRI を横軸にとり、その一拍後の RRI を縦軸にプロットする。一般的に、安静状態であれば揺らぎは大きくなり、ストレスが大きくなると揺らぎは小さくなる。この手法を用いることで、心拍データのサンプリング周期が長いウェアラブルデバイスを用いた場合でも、ストレス推定が可能になると考えられる。

#### 3.3 主観的なストレス評価

ストレスに関する介護士の主観的評価を行うため、実験開始前と毎日の業務終了後にアンケートを実施する。介護士は、介護業務を遂行することに対する体調や疲労

表 1: 事前アンケート

項目	説明
性別 経験年数	介護士のステータス
各業務の好み (最高 5)	好き嫌いなどの心理的要素
各業務の得意さ (最高 5)	慣れているなどの技術の高さ

表 2: 業務後アンケート

項目	説明
現在の体調 現在の疲労度 業務を遂行した満足度や達成感	現在の状態把握
一番ストレスだった業務 各業務のストレス	業務タスクのストレスによる心理的要素
各業務の得意さ 各業務のストレス	業務タスクの疲労による身体的要素
精神的要求 (Mental Demand): どのくらい、精神的・知覚的な活動を必要としたか? 判断基準: 求める要求が多いことや内容が複雑に感じた場合は負荷が大きい方を選択する	作業負荷の要因特定
身体的要求 (Physical Demand): どのくらい身体的な活動を必要としたか? 判断基準: タスクに求められる作業量が多く感じた場合は負荷が大きい方を選択する	
時間的要求 (Temporal Demand): タスクの進行具合や進行速度、タスクが発生するタイミングに対して、どのくらい時間的圧迫感を感じたか? 判断基準: 時間に追われ急いで作業を行った場合は負荷が大きい方を選択する	
作業達成度 (Performance): 目標を成し遂げるにあたり、タスクの設定はどれだけうまく行なっていると思うか? 判断基準: 今回の場合、自分が上手く業務を遂行できたと思ったら満足の方を選択する	
努力 (Effort): 要求されたタスクにどのくらい一生懸命取り組んだか? 判断基準: 作業を行う際に自分なりに工夫を多く強いられた場合は負荷が大きい方を選択する	
不満 (Frustration): タスクを行っている際に、イライラ、ストレス感、満足やリラックスをどのように感じたか? 判断基準: タスク遂行時にイライラを感じていた場合は負荷が大きい方を選択する	

度などについて回答する。表 1 に事前アンケートの内容を示す。事前アンケートでは、性別、介護士としての経験年数、業務の好み、業務の得意さについて質問し、各介護士の経験や能力を把握する。また、表 2 に業務終了後のアンケート内容を示す。一日の業務終了後、介護士には、その日に行った業務全体に関するアンケートにも回答してもらう。このアンケートでは、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る NASA-TLX[14] を参考にして作成しており、精神的要求 (Mental Demand)、身体的要求 (Physical Demand)、時間的要求 (Temporal Demand)、作業達成度 (Own Performance)、努力 (Effort)、不満 (Frustration) の 6 つの評価項目から構成されている。

### 3.4 ストレス推定手法

ストレス推定に用いる特徴量として、3.2 節で述べたウェアラブルデバイスから収集される客観的ストレス生体指標である LF/HF や RRI、および、それらの指標の平均値、標準偏差などの数値を利用する。さらに、BLE ビーコンから送信される RSSI に基づき推定される介護行動データも特徴量として利用する。これらの特徴量を入力データとする機械学習アルゴリズム (ランダムフォレストやロジスティック回帰など) を用いてストレス推

定モデルを構築し、Leave-one-out 交差検証による評価を行う。

## 4. 実験方法

提案手法の有効性を検証するため、図 2 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」において、介護士 5~10 名程度を対象に実証実験を行う。実験期間は、2 週間程度を想定しており、介護士の介護行動データと生体指標データを収集し、収集したデータを可視化することによって、介護行動とストレス変化の関係を明らかにする。また、実験前に事前アンケートに回答してもらうと共に、実験期間中は介護業務終了後に業務後アンケートに回答してもらう。

実験中、介護士には、名札型 BLE ビーコンと Fitbit Charge 4 や Empatica E4 wristband などのウェアラブルデバイスを装着してもらいながら、普段通りの介護業務を行ってもらう。ウェアラブルデバイスからは、介護業務時の心拍数を常時取得する。また、介護行動データは、我々の以前の研究をベースとした手法 [4] により取得する。本実験において対象とする介護行動は、「トイレ介助」、「風呂介助」、「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」、「食事介助」の代表



図 2: 小規模多機能施設 (いこいの家 26)

的な 6 行動とする。介護施設の環境（温度，気温，気圧等）の変化が，介護士の感じるストレスに大きな影響を与える可能性もあるため，介護施設の各エリアに環境センサを設置する。これらデバイスから取得されるデータを 3.4 節で述べた手法を用いて，主観的ストレスを評価する予定である。

## 5. まとめ

急速な高齢化が問題となっている日本では，介護施設の需要が高まっている一方，介護士一人あたりにおける業務負担の急激な増加が問題となっている。本稿では，介護士の業務負担の精神的要因の一つであるストレスに注目し，介護業務時のストレスを推定する手法の検討を行った。提案手法では，介護士が BLE ビーコンやウェアラブルデバイスを用いて，介護士の介護行動データおよび生体指標データを計測することで，業務時におけるストレスを推定する。また，介護行動とストレスの関係を分析することで，業務負担の軽減につながる新たな知見の獲得を目指す。

今後の課題として，提案手法の有効性を示すため，実際の介護施設において介護行動データと生体指標データの収集を行い，各種デバイスから得られる客観的ストレスをアンケートから得られる主観的ストレスと比較することで，ストレス推定モデルを評価する予定である。

## 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。

## 参考文献

[1] 内閣府. 令和元年度高齢社会白書, 2019.

[2] 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.

[3] 厚生労働省. 介護分野の現状等について, 2019.

[4] 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.

[5] Haruka Wada, Zhihua Zhang, Manato Fujimoto, Yutaka Arakawa, and Keiichi Yasumoto. Quick-care record: Efficient care recording application with location-based automatic view transition and information complement. In *2019 13th International Symposium on Medical Information and Communication Technology (ISMICT)*, pp. 1–6. IEEE, 2019.

[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] 秋山早弥香, 加藤由花ほか. QoI 可視化システムのための脈拍センサを用いたストレス状態推定手法. 第 77 回全国大会講演論文集, Vol. 2015, No. 1, pp. 129–130, 2015.

[9] Chishu Amenomori, Teruhiro Mizumoto, Hirohiko Suwa, Yutaka Arakawa, and Keiichi Yasumoto. A method for simplified hrqol measurement by smart devices. In *7th EAI International Conference on Wireless Mobile Communication and Healthcare*, pp. 91–98. Springer, 2017.

[10] 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.

[11] 山口勝機ほか. 心拍変動による精神負荷ストレスの分析. 研究紀要. 志学館大学 = Research bulletin of

the Faculty of Humanities, Shigakukan University,  
Vol. 31, No. 1, pp. 1–10, 2010.

- [12] 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.
- [13] 堀輝, 香月あすか, 菅健太郎, 吉村玲児. シンポジウム 客観的なストレス評価方法について. 日本職業・災害医学会会誌= Japanese journal of occupational medicine and traumatology, Vol. 66, No. 5, pp. 330–334, 2018.
- [14] S. G. Hart. Nasa task load index (tlx). volume 1.0; computerized version. 1986.