

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 8 月 18 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的研究(萌芽)

研究期間：2018～2020

課題番号：18K18630

研究課題名(和文) AI的手法を用いた子育て支援システムの研究

研究課題名(英文) Research on Child-Care Assistance System Using AI Methods

研究代表者

中田 登志之(Nakata, Toshiyuki)

東京大学・大学院情報理工学系研究科・教授

研究者番号：40538823

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、幼稚園の教師の疲労とストレスレベルに影響を与える人的因子に関して調査を行った。幼稚園の教師の人口統計、労働スケジュール、並びにストレスと疲労に関する実時間データを得た。このデータを用いて、機械学習手法により、統計におけるt-testを用いた回帰モデルを構築した。さらに、因子を、正常、異常に近い、異常の3レベルに分類した。その結果、1)木曜日、金曜日に働くことが、ストレスと疲労に大きな影響を与えることが判明した。2)日曜日に働くことはストレスに影響を与えることが判明した。3)性別、身長、体重は影響がないことがわかった。4)30歳以下の職員はストレスを受けやすいことが判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、幼稚園の教師の疲労とストレスレベルに影響を与える人的因子に関して調査を行った。我々は、国内で初めて幼稚園の教師の人口統計、労働スケジュール、並びにストレスと疲労に関する実時間データを組み合わせ得た。本データを得るにあたっては、アンケートベースの手法と、計測機器を用いた実時間の計測データを用いた。データを用いて、機械学習手法により、統計におけるt-testを用いた回帰モデルを構築した。このような調査を行うときに、実時間データを取得して機械学習手法で解析することは従来行われてこなかった。また、得られた結果は、今後幼稚園の教師の疲労とストレスレベルの軽減に役立つものと考えられる。

研究成果の概要(英文)：In this research, we investigate the human factors that influence the exhaustion and stress levels of nursery teachers. We built a regression model in machine learning with t-test in statistics and divided the effect levels of the factors into three levels: normal, nearly-significant, and significant. We found the following 1)Working on Thursday and Friday affects both exhaustion and stress.2)Working on Sunday is a factor affecting the stress (but not exhaustion) of the participants. 3)Gender, weight, and height do not appear as affecting factors. 4)People who are less than 30 years old get more easily stressed than the other ages.

研究分野：サイバーフィジカルシステム、実時間データ処理、IoT

キーワード：機械学習 回帰モデル t-test

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

日本の統計では、保育士のストレスレベルが非常に高いことが示されている。Y.Takashi らの調査では、最も一般的な 18 の職種を中で、過労やストレスの影響が大きい上位 6 つの職種に、教育・学習支援が挙げられている。

2. 研究の目的

本研究では、なぜ、教育・学習支援部門の過労・ストレス率はこんなにも高いのかについて、調査を行った。教育・学習支援部門の過労・ストレス率は、科学研究、専門的・技術的サービス、情報通信など、過労・ストレス率が高いとされている他の職種よりもさらに高い数値である。本研究では、日本の保育士のストレスや疲労に影響を与える人的要因に焦点を絞って調査を行った。

3. 研究の方法

本研究を遂行するにあたって、我々は、東京大学の発達保育実践政策学センター (CEDEP) の協力をえた。CEPDEP の協力により、東京都内の種々の区にある 7 つの保育園で働く 36 人の保育士に連絡を取った。先生方は全員、測定に参加することに同意し、個人情報保護に関する同意書への署名を得た。

1) デモグラフィクス

紙ベースのアンケート用紙を用意し、参加者に配布した。デモグラフィックに関連する質問を以下に示す。

- 性別：

性別：2 つの選択肢 (男性、女性) から選択。

- 年齢

入力は整数で、有効な値は 15 歳から 65 歳までである。これは日本政府が認めている就労可能年齢に相当する

- 体重と身長

整数を入力。単位は、それぞれキログラム (kg) とセンチメートル (cm)。

2) 作業日

すべての測定を 2019 年に行った。参加者全員が同時に使用できるだけのデバイスがなかったため、各参加者のデータを異なる期間に収集した。測定期間中の各日を、対応する曜日 (月曜から日曜) に変換した。

3) ストレス・疲労度測定

ストレスと疲労の測定には、専門の機器を使用しました。この機器は、参加者ごとに設定された測定期間にのみ参加者に渡され、教師は保育園での勤務中にのみ機器を装着し、退園時には返却するようにした。

ストレスの測定には、Garmin 社のスマートウォッチ (Vivoactive 3) を使用した。このデバイスは、1 から 100 までのストレスを測定する。1~25 は安静状態、26~50 は低ストレス、51~75 は中ストレス、76~100 は高ストレスを表している。また、心拍数の変動に基づいてストレスを判定する。心拍数のデータから、デバイスは各心拍の間隔を抽出する。各心拍の間の間隔が短い場合は、ユーザーの体の自律神経系を反映している。拍動間の変動幅が小さいほどストレスレベルが高く、逆に変動幅が大きいほどストレスが少ないことを示している。ストレスは、デバイス

から直接読み取るか、Garmin 社の API (Application Programming Interface) ウェブページからアカウントにログインして読み取ることが可能である。

疲労度の測定には、オムロン社の機器 (アクティブスタイルプロ HJA-750C) を使用した。この装置は、総消費カロリーと基礎代謝率 (BMR) を測定する。これらの値は、疲労度の算出に使用される。

4 . 研究成果

4.1 に示す疲労度などのモデリングを行い、4.2 に示す実験を塔して、4.3 に示す結果を得た。

4.1 モデルの構築

疲労度とストレスの両方のモデルを f とする。

$$f = \text{demog} + \text{wdays} \quad (1)$$

ここで、 demog と wdays は、それぞれでもグラフィックスと平日の勤務時間から抽出した特徴を表す。

1) 変数

demog に関連する説明変数は、性別、年齢、体重、身長である。性別については、入力値を男性：1, 女性：0 のように 2 進数に正規化している。年齢については、入力値を 29 歳以下, 30~39 歳, 40 歳以上の 3 つの特徴に分類し、各特徴ごとに 2 進数に正規化している。 wdays に関する説明変数は、測定期間中に抽出された 1 週間のうちの 7 日間 (月曜から日曜まで) である。それぞれの平日について、変数は曜日ごとに、その日に仕事をしたかどうかなどの 2 進数である。その日に仕事をしている場合は 1、仕事をしていない場合は 0 とした。まとめると、13 個の変数 (11 個のバイナリ変数と 2 個の連続変数) が存在する。

2) 目標機能

疲労度については、以下のように目標関数を定めている。

$$f1 = \text{wkcal} / \text{bmr} \quad (2)$$

ここで、 wkcal は平日 (月~日) の勤務時間中の消費カロリー、 bmr は身体の代謝である BMR を示す。BMR は、安静時に体の機能を維持するために必要なカロリーを表している (個人によって一定である)。したがって、毎日の総消費カロリーと BMR の割合で疲労度を算出する。各曜日については、その曜日に換算できる全労働日の消費カロリーの平均値として wkcal を算出する。具体的には、測定期間が n 日間 $\{d1, \dots, dn\}$ であるとした場合、 $\{\text{月曜日}, \dots, \text{日曜日}\}$ の各曜日 w について、 wkcal を次のように計算する。

$$\text{wkcal} = \text{average}(\text{CaloriesBurned}(di)) \text{ for all } i \text{ such that } \text{weekDay}(di) = w.$$

また、ストレスについては、目標関数を以下のように定義する。

$$f2 = \text{wsl} \quad (3)$$

ここで、 wsl は各曜日のストレスを表している。 wsl は、その曜日に変換可能なすべての労働日のストレスレベルの平均として計算されます：

$$\text{wsl} = \text{average}(\text{StressLevel}(di)) \text{ for all } i \text{ such that } \text{WeekDay}(di) = w.$$

3) ファクターの決定

モデルを構築した後、各対象機能に対して (重) 線形回帰を適用する。ロジスティック回帰の代わりに線形回帰を用いるのは、疲労度とストレスが連続値であるためである。形式的には、予測値を yp とすると、 yp は次のように決定される：

$$yp(w; x) = w0 + w1x1 + \dots + wnxn \quad (4)$$

ここで、 $(x_1; \dots; x_n)$ は変数であり、 n は変数の数である。このアルゴリズムでは、ベクトル $w = (w_1, \dots, w_n)$ を係数とし、 w_0 を切片（すべての x が 0 のときの y_p の平均値の期待値である定数）としている。 w と w_0 を推定するために、最小二乗法を用いて、データセットで観測されたターゲットと線形近似で予測されたターゲットの間の残差二乗和を最小化するようにモデルを係数でフィッティングする。

$$\min_x \|xw - y\|_2^2 \quad (5)$$

そして、t-テストを適用して、p-値が 0:05 以下の要因を見つける。要因は以下のように分類される。

- 0:01 < p ≤ 0:05: 通常の影響因子
- 0:001 < p ≤ 0:01: ほぼ有意な影響を与える要因
- p = 0:001: 有意な影響を与える要因

実験結果には、p 値の他に、サンプルデータのばらつきに対する差の大きさを示す t 値、一次方程式の係数 w_i 、母集団の真の平均値を含む可能性のある値の推定範囲である 95%信頼区間（IC）を意味する。

4.2 実験

4.2.1 データの前処理と統計

1.1) Cronbach のアルファ ()。Cronbach の は、複数のリッカート尺度の部分問題を持つ質問の内部一貫性(IC)または信頼性を測定するために使用される。

K 個の成分の合計である量が次のように測定されるとする。

$$x = y_1 + y_2 + \dots + y_k.$$

値 は次のように定義される。

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^K \sigma_{Y_i}^2}{\sigma_X^2}\right)$$

ここで、 σ_X^2 は観測されたテストの総得点の分散を、 $\sigma_{Y_i}^2$ は現在のサンプルの人の成分 i の分散を表す。

の値は以下のように解釈されます。

- 0:9 (優れた IC),
- 0:9 > 0:8 (良い IC),
- 0:8 > 0:7 (許容できる IC),
- 0:7 > 0:6 (問題のある IC),
- 0:6 > 0:5 (悪い IC),
- 0:5 > (許容できない IC)

平日の仕事を含むデータセットについても、同じような計算をすることができる。

4.2.2 実験結果

4.2.2.1) 疲労度に関して。:

22 サンプルに回帰を適用。2 つの要因が見つかった。

- 金曜日。

有意な影響因子 ($p = 0:001$)。正の係数 (0.2541) は、金曜日に勤務している教師が疲労しやすいことを示している。係数が負の場合、その変数と目的関数は逆効果になる (例: 金曜日に仕事をしない教師は疲れやすい)。

- 木曜日

ほぼ有意な影響因子 ($p = 0:004$)。正の係数 (0.2126) は、木曜日に働く教師が疲れる傾向にある

ことを示しているが、その効果は金曜日に働く場合よりも小さい。

4.2.2.2) ストレス

回帰モデルを 113 サンプルに適用した。5 つの因子が見つかった。

- 年齢 29:

通常の影響因子 ($p = 0:030$)。

正の係数 (44.9775) は、29 歳以下の教員がストレスを感じやすいことを示している。

- 水曜日

通常の影響因子 ($p = 0:030$)。

正の係数 (20.1024) は、水曜日に勤務している教師がストレスを感じやすいことを示している。

- 日曜日

通常の影響因子 ($p = 0:029$)。正の係数 (27.0998) は、日曜日に勤務する教師がストレスを感じやすいことを示している。

- 木曜日

ほぼ有意な影響因子 ($p = 0:005$)。正の係数 (27.6259) は、木曜日に勤務する教師がストレスを感じやすいことを示している。

- 金曜日

ほぼ有意な影響因子 ($p = 0:007$)。正の係数 (25.9464) は、金曜日に勤務する教師がストレスを感じやすいことを示している。

4.3 結論:

結論として、木曜日と金曜日に働くことは、疲労度とストレスの両方に影響を与えるという結論に至った。金曜日に働くことは木曜日よりも疲れるが、木曜日に働くことは金曜日よりもストレスがかかる。土曜日の出勤は疲労度とストレスのどちらにも影響しないが、日曜日の出勤は疲労度には影響しないがストレスには影響する要因である。性別、体重、身長は影響を与える要因としては現れない。30 歳以下の方は、他の人よりもストレスを感じやすい。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 的場大輔	4. 巻 100
2. 論文標題 チャットボットとトークルームによる 子育てコミュニケーション形成の可能性	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 東京大学大学院情報学環紀要 情報学研究	6. 最初と最後の頁 127-143
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Tran Phuong Thao, Midori Takahashi, Nobuo Shigeta, Mhd Irvan, Toshiyuki Nakata, and Rie Shigetomi Yamaguchi	4. 巻 13
2. 論文標題 Human Factors in Exhaustion and Stress of Japanese Nursery Teachers: Evidence from Regression Model on a Novel Dataset	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Proceedings of 13th International Conference on Advances in Computer-Human Interactions	6. 最初と最後の頁 124-129
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件/うち国際学会 2件）

1. 発表者名 Emi Hosoya, Rie Shigetomi Yamaguchi, Toshiyuki Nakata, Daisuke Matoba, Mika Yamaguchi
2. 発表標題 Demonstration Study with a Chatbot to Prevent Isolation of Parents with Small Children
3. 学会等名 Young Researcher Forum Digital Public Health (DPH) , European Public Health Association, Marseille, France, November 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 細矢絵美, 的場大輔, 庄司泰萌, 池田成満, 山口実花, 山口利恵, 中田登志之
2. 発表標題 チャットボットを活用した子育て支援コミュニケーション形成：孤育て予防を目指して.
3. 学会等名 情報処理学会・マルチメディア, 分散, 協調とモバイル(DICOMO2018)シンポジウム.
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 的場大輔, 細矢絵美, 庄司泰萌, 池田成満, 山口実花, 山口利恵, 中田登志之
2. 発表標題 孤育てを共感に導くチャットボットの可能性: 実証実験結果から学んだ心理的負担軽減の手段.
3. 学会等名 日本子育て学会第10回大会.
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Tran Phuong Thao, Midori Takahashi, Nobuo Shigeta, Mhd Irvan, Toshiyuki Nakata, and Rie Shigetomi Yamaguchi
2. 発表標題 Human Factors in Exhaustion and Stress of Japanese Nursery Teachers: Evidence from Regression Model on a Novel Dataset
3. 学会等名 13th International Conference on Advances in Computer-Human Interactions (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 的場大輔
2. 発表標題 対話型アプリによる子育てコミュニケーション形成の可能性
3. 学会等名 第79回日本公衆衛生学会総会
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担者	山口 利恵 (繁富利恵) (Yamaguchi Shigetomi Rie) (90443192)	東京大学・大学院情報理工学系研究科・特任准教授 (12601)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------