

QoL 向上のための家事ストレス記録システムの構築と評価

大西 晃正^{1,a)} 諏訪 博彦^{1,2} 安本 慶一¹

概要: 近年, Quality of Life (QoL) 評価による日常生活の質を重視した考え方が広まっている. 我々は, 日常生活で多くの時間を占める家事について, 住人が感じているストレスを把握することで, 家事のストレス改善による QoL の向上に有効な宅内サービスを提供できるようになると考えている. そこで, 心拍に基づくストレス評価指標である LF/HF 比に基づいて, 家事を行うことによるストレスの分析を行った結果, 家事を行う時間やタスク量の調節によりストレスが変化することを確認した. また, この結果をもとに, ストレス軽減に向けた行動推薦や宅内サービスについて検討し, 住人の体調や予定などを考慮した家事遂行案の提案手法と家電推薦・家事代行サービスの利用について考察した.

キーワード: 生活の質, ストレス, 家事

Construction and evaluation of housework stress recording system for improving QoL

KOSEI ONISHI^{1,a)} HIROHIKO SUWA^{1,2} KEIITI YASUMOTO¹

Abstract: In recent years, there has been an increasing attention to improve the quality of daily life based on Quality of Life (QoL) evaluation. We consider that grasping the residents' stress on housework that takes up a lot of time in daily life will provide an in-home service effective for improving QoL by reducing housework stress. Hence, we analyzed the stress caused by performing housework from biological information such as LF/HF ratio, which is a stress evaluation index based on heart rate, and confirmed that the stress changes depending on the time of housework and the amount of task. Based on the result, we discussed behavior recommendation and home service for stress reduction.

Keywords: Quality of Life, Stress, Housework

1. はじめに

近年の情報科学分野における研究課題の一つとして, IoT (Internet of Things) や ICT (Information and Communication Technology) の技術を用いて, 人々の生活の質 (QoL: Quality of Life) を向上させることが挙げられる. 特に, プライベート空間である住まいでは, 自分自身で QoL 向上のために取り組む必要があることから, 住人の QoL 向上のため, 宅内における生活を対象とした研究が盛んに行

われている. 例えば, 家電の自動制御に向けた宅内の生活行動の認識・予測や住人に適した環境構築に向けた研究など, QoL 向上のためのアプローチは様々である.

住人の日常生活におけるストレスを軽減・改善することは, QoL を向上させると考えられる. 簡易的なストレスチェッカーやアンケートによるストレス評価など, 日常的なストレスを測定することは可能であるものの, 生活中的ストレスの原因を特定することは困難である. 日常生活におけるストレスを軽減・改善するためには, 生活中的ストレス要因を把握する必要がある.

住人が生活をするうえで, 欠かすことができない住居内における行動の一つとして, 家事が挙げられる. 家事を怠ることで, 住人の衛生的, 環境的に悪影響を及ぼすことが

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

² 理化学研究所
RIKEN

^{a)} onishi.kosei.of5@is.naist.jp

懸念されるが、家事を行うことで住人にストレスがかかっていることが考えられる。また、近年では夫婦間の家事の分担が問題となっている。例えば、家事を行うことによるストレスは人によって異なるため、片方から見た分担が公平であっても、相手方は不公平と感ずることがあり、この家事負担の不公平感が、夫婦間の軋轢の原因となりうる。以上のことから、家事におけるストレスを把握し、改善することでQoLの向上が見込めると考えている。

我々は、日常生活において多くに時間を占める家事について、住人が感じているストレスを記録することで、家事のストレス改善によるQoLの向上に有効な宅内サービスが提供可能になると考えている。例えば、仕事帰りで翌日朝早く起きて出かけなければならないとき、負担の少ない家事が把握できていれば、負担の少ない家事のみを行うことで、翌日のために備えながら家事を消化することが可能になる。また、家事を行うことに対する考え方を見直すきっかけを与えることが可能となる。例えば、住人が家事の負担を軽減するために、家事の仕方を改善すること、新たな家電や家事代行サービスを導入すること、夫婦間の家事の分担を見直すことなどが考えられる。しかし、家事ストレスを測定するための研究は十分ではない。

本研究では、家事のストレスを記録するためのシステムを構築し、被験者毎の家事のストレスの変化を調査するための実験を行った。実験を行った結果、被験者毎にストレスや負担が大きい家事に違いがあることが判明した。また、時間やタスク量を調整することにより家事のストレスが変化することが確認された。実験結果に基づき、家事を行うことにおけるストレスや負担を軽減するための生活支援方法として、身体への負担と家事の優先度を考慮した家事遂行案の提案を行うことや家電推薦・家事代行サービスを有効に活用することを検討した。

我々は、文献 [1] において、家事を行うことによる住人のストレスを把握するため、被験者 3 人が、制限時間 90 分で 4 つの家事を遂行する実験を行い、被験者毎にストレスや負担が大きい家事に違いがあることを確認した。また、実験結果から被験者毎に制限時間の余裕の有無に差があることが分かった。この実験では 4 つの家事を行うことを要件としたが、家事のタスク量の変化が被験者のストレスの感じ方に与える影響も調査する必要があることが分かった。

そこで本稿では、文献 [1] で行った実験（以降実験 1 とする）結果に基づいて、制限時間や家事のタスク量を調整することによる家事のストレス変化について調査を行った（実験 2, 3 とする）。その結果、家事を行う時間やタスク量の調節によりストレスが変化することを確認した。また、家事を行うことによるユーザの負担を軽減するための生活支援方法について検討し、住人の体調や予定などを考慮した家事遂行案の提案手法と家電推薦・家事代行サービスの利用について考察した。

2. 関連研究

本研究に関連する既存研究として、QoL 向上のための研究とストレス推定の研究について述べる。

生活の質 (QoL) は、生活に対する満足度・質を表す指標である。QoL [2] に関する研究は、もともとは医療における治療後の生活の質を議論する概念として始まっている。現在では医療分野に限らず、ワークライフバランスや幸福度などの一般生活の質などに関する概念としても用いられている。ワークライフバランスは仕事と家庭生活の調和を意味し、仕事による精神的負荷や肉体的な疲労による鬱などを引き起こさないように、家族や友人などと過ごす家庭生活とのバランスをとることでQoLを向上/改善させようとする考え方である。

特に、人の健康に直結するQoLは、HRQOL (Health Related Quality of Life) と呼ばれており、身体的状態、心理的状态、社会的交流、経済的・職業的状态、宗教的・霊的状态などの様々な領域 (ドメイン) に分類して評価される [3]。世界保健機関 (World Health Organization: WHO) は、HRQOL を定量的に評価するために、WHOQOL [4], [5] や、Short Form (SF) [6] など様々な指標を開発している。これらの指標は、紙のアンケート調査票を用いて評価を行うが、WHOQOL-100 [4] では 6 ドメイン 100 項目、SF-36 [6] では 8 ドメイン 36 項目のアンケートに回答する必要がある。その負担の大きさから、日常的に生活の質を評価することは難しいという課題がある。この課題に対し、スマートフォンやウェアラブルデバイスの計測データを用いて測定する研究が行われている。Amenomori らは、スマートフォンとスマートウォッチから得られる移動情報や生体情報などを用いてHRQoLを継続的に測定する手法を提案し [7]、少数のアンケートとスマートデバイスからの情報によりQoLが推定できることを明らかにしている。Asma [8] らはネガティブな心理状態を把握するためにハミルトンうつ病評価尺度を、Garcia ら [9] は就業中のストレス状態を把握するために the Oldenburg Burnout Inventory を、Natasha ら [10] は次の日の健康状態、ストレス状態、幸福度を、スマートデバイスを用いて定量的に計測・推定する手法を提案している。これらの研究は、スマートデバイスを用いて、ユーザの状態を計測・推定し、ユーザにフィードバックすることで、QoLの改善が見込める。しかしながら、生活におけるQoL低下の原因を把握するには至っていない。

秋山らは、自律神経のバランス (心的ストレス) をストレス度として定義し、QoLの指標として利用することで、QoLを数値化し、QoLの可視化を行うことを提案している [11]。このように、QoLを低下させる要因を可視化し、提示することは有効であると考えられる。

QoL低下の原因の一つとして日常生活におけるストレスが考えられるため、日常生活におけるストレスを推定する

ための研究が行われている。人が感じているストレスを推定する方法は多く存在する [12]。その中で、センサで取得した生体情報からストレスを推定する手法について述べる。

心拍変動は自律神経機能をはじめとする様々な生理機能の指標になることがなることがわかっており、心拍変動解析により精神的なストレスを評価する研究が行われている [13], [14], [15]。心拍変動は小型センサを用いて生体に非侵襲で測定することが可能であることから、生活に大きな支障をきたすことなくストレスを推定することが可能であると考える。しかしながら、日常生活における行動と関連する情報がないため、ストレスの原因になっている行動を把握することができず、ストレス状態の改善を行えない可能性がある。

本研究では、生活中の多くの時間を占める行動として家事を行うことによる住人のストレス度の分析を行い、家事に費やす時間や家事のタスク量によるストレス度合いの違いがあることを調査することで、QoL 向上のためのアプローチを検討する。

3. 家事のストレス測定システム

家事のストレスを測定するためには、ユーザの生活を著しく妨げることなくストレスを測定することが必要である。また、ストレス測定結果と生活中の家事を紐付けるため、生活中の行動ラベル（行動の遷移を時系列に記録したもの）を記録する必要がある。本章では、家事のストレスを測定するためのシステムについて述べる。

3.1 ストレス測定

リアルタイムにストレスを測定するために、生体情報に基づく計測手法を検討する。ストレス測定を行うための生体情報には、唾液や脳波、心拍など多数ある [12] が、ユーザの生活行動を著しく妨げたり、特別な計測作業を必要としないものが相応しい。そこで、簡易的な装置で測定可能な心拍のセンシングに着目する。

心拍とは心臓の拍動のことであり、心拍の周期的な変動を心拍変動と呼ぶ。心拍変動を解析することによって、ストレス状態を推定することができる [14]。心拍変動解析は様々な方法が提案されている。その 1 つである周波数領域解析の LF/HF 比について説明する。

LF は、0.04~0.15Hz の低周波帯のパワースペクトルであり、血圧変動に伴う交感・副交感神経活動の活性値である。HF は、0.15~0.4Hz の高周波帯のパワースペクトルであり、呼吸変動に伴う副交感神経活動の活性値である。LF/HF 比は LF と HF の比率であり、交感神経の活性度を示す。リラックスしている状態では、LF・HF は出現するが相対的に HF が高くなり、LF/HF 比は低くなる。ストレスを抱えている状態では、HF があまり出現しないため、LF/HF 比が高くなる。したがって、家事をしている中で、

表 1 時系列データの例

時刻	洗濯	掃除	料理	皿洗い	休憩
...					
10:00:00			1		
10:21:26			0		
10:21:31		1			
10:42:37		0			
...					

特定の行動をしているときに LF/HF 比が高くなる場合、人はその行動をすることにストレスを抱えている状態であると推定される。

本研究では、心拍計測のためのセンシングデバイスとして胸部装着型心拍センサ WHS-3[16]を用いる。WHS-3はBluetooth®通信対応の心拍センサで、スマホやタブレット端末にセンサ値を表示・記録することができる。以下にWHS-3で収集する生体データの種類とサンプリング周波数を示す。

- 心拍：1ms
- 加速度：32ms
- 体表温：1s

3.2 行動ラベル記録

ユーザの行動ラベルを正確に取得するためにタブレット端末用の日常生活行動記録アプリケーションを用いて、家事の開始/終了時刻を記録する。実装は文献 [17] を参考にした。家事の遂行を妨げないようにするため、アプリケーションの操作方法は、対象家事のアイコンを押すだけで開始/終了時刻を記録できるようにしている。アプリケーションを用いることで、表 1 のような行動ラベルの時系列データが作成可能となる。0 が終了、1 が開始として記録されたことを示している。

3.3 家事毎のストレス出力

収集した心拍データと行動ラベルから家事毎のストレスを出力する。図 1 に、家事毎のストレス出力方法の例を示す。心拍データから LF/HF 比を算出し、その時刻のユーザのストレス値とする。ストレス値と行動ラベルの時系列データから、家事が行われた開始時刻から終了時刻でストレス値のデータを抽出し、その平均値を、家事毎のストレスとして出力する。

4. ストレス測定実験

提案システムを用いて、家事を行うことによるストレス状態の変化を調査するために行った実験について述べる。

4.1 概要

本実験は学生 3 名を対象として、奈良先端科学技術大学院大学のスマートホーム実験設備 (1LDK) で行う。

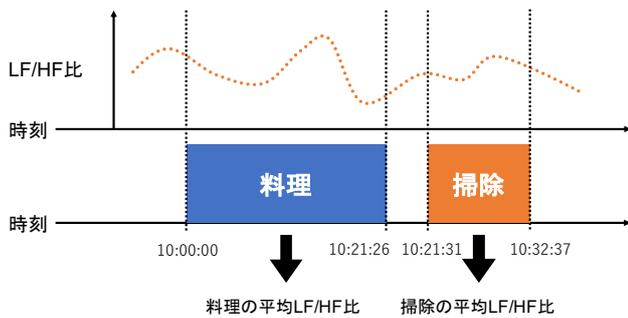


図 1 家事毎のストレス出力例

現代の人は仕事や学業で忙しいため、限られた時間で家事を行うことで、より強いストレスを抱えている。このような状況を模擬的に再現するために、被験者には制限時間内(90分)に、指定した家事(洗濯, 掃除, 料理, 皿洗い)を行ってもらおう。ストレス測定には、心拍に基づいた方法に加え、他の生体情報からのストレス推定も行うため、唾液に基づいた方法を併用する。さらに、主観的なストレスを測定するために、実験の前後でアンケートに回答してもらおう。データ収集後、各家事を実施している間の心拍および唾液を用いたストレス測定結果およびアンケート結果を比較する。また時間設定や家事のタスクの多さが被験者に与える影響を測定するため、実験1は同一条件、実験2以降は実験条件を変更して各被験者に対して3回の実験を行う。

4.2 対象家事

被験者は、制限時間90分以内に全ての家事を完遂するように指示される。家事の内容は、事前に説明され、家事に伴う家電の操作方法や料理のレシピの確認も行われる。被験者に実施してもらった家事の内容を表2に示す。家事の内容は、洗濯機や炊飯器の所要時間などを考慮し、90分以内に全ての家事を終えられるように調整した。洗濯の作業には、1) 散らばった服を回収し洗濯機で洗う、2) 洗濯機から取り出し干す、3) 干された洗濯物をたたむの三つの作業を設定している。そのため、それぞれに3日分の洗濯物を想定し、Tシャツ、ボトムス、靴下、タオルをそれぞれ3つずつ用意する。

掃除は、1) 掃除機をかける、2) ローラーをかける、3) 机などを拭くの三つの作業を設定している。使用する道具は、リビングに配置される。

料理は、1) ご飯を炊く、2) カレーを作る、3) オムレツを作るの三つの作業であり、来客に振る舞う設定となっている。料理のレシピは、普段料理をしない人であっても調理可能であり、具材を洗って切るなどある程度の工程を要するもので、かつ制限時間内に調理が完了するように考慮して選択している。食材は、購入したときの状態のままキッチンに配置し、調理道具は自由に使えるように設置

表 2 家事の内容

行動名	行動の定義
洗濯	寝室に散らばった洗濯物を集め洗濯機に入れて洗濯する 洗濯した洗濯物を浴室で干す バルコニーに干してある洗濯物を回収し畳む
掃除	廊下を含めて寝室・リビング全体に掃除機をかける カーペットやソファにコロコロをかける テーブルと机をふきんで拭く
料理	ごはんを炊く カレーを作る オムレツを作る
皿洗い	調理に使用した器具を洗う 来客が食べ終わった皿を洗う 調理場を掃除して調理前の状態にする

されている。

皿洗いは、料理に使用した調理道具、来客が食べ終わった食器、使用した調理場の掃除の三つの作業を設定している。

4.3 ストレス測定

心拍によるストレス計測と比較するため、心拍以外のストレスマーカーとして唾液によるストレス計測を行う。被験者は、唾液によるストレス測定のために、15分おきと5分以上の家事終了時に専用チップを用いて唾液の採取を行う。唾液アミラーゼモニタ [18] を用いて回収した専用チップから α -アミラーゼの測定を行う。唾液アミラーゼモニタで計測できる α -アミラーゼは身体的ストレスに対して濃度が上昇する [19]。したがって、 α -アミラーゼの計測値が高いほどストレスが大きいと判断される。また、飲食を行うと測定結果に違いが生じてしまうことを考慮して、実験の1時間前から飲食は禁止としている。

4.4 アンケート

実験を行うにあたり、被験者の主観評価を収集するため、実験の前後でアンケートを実施する。被験者は家事を遂行することに対する嗜好や疲労度について回答する。表3に、各家事に関するアンケート項目を示す。実験前に家事の好み、家事の得意さ、家事があることの負荷、実験後に家事のストレス、疲労について1~7の7段階で回答する形式である。このアンケートから、各家事に対する考え方がストレスに及ぼす影響について考える。

4.5 実験条件設定

提案システムを用いることで家事のストレスを記録できることを確認するとともに、家事のストレスに影響する要因を測定するため、実験条件を変更して各被験者に対して3回の実験を行う。被験者のストレスや疲労を考慮するため、1日に1回実験を行う。

実験1は3人とも同一条件(制限時間:90分, 対象家事:洗濯, 掃除, 料理, 皿洗い)で実験を実施する。被験

表 3 各家事に関するアンケート項目

項目	説明 (アンケートの入力値)
家事の好み	好き嫌いなどの心理的要素 1:嫌い~7:好き
家事の得意さ	慣れているなどの技術の高さ 1:不得意~7:得意
家事の負荷	遂行することの負担ややりたくない などの精神的な負荷 1:ない~7:ある
家事のストレス	遂行中の精神的なストレス 1:小さい~7:大きい
家事の疲労	遂行後の体力の消費 1:小さい~7:大きい

者毎の家事の熟練度や要領の良さなどにより、制限時間に対する感じ方が異なり、ストレスのかかり方に影響を与えることが考えられる。例えば、制限時間をいっぱいを使い急いで家事を行うのと制限時間よりも少ない時間で余裕を持って行うのではストレスの感じ方が異なると思う。そこで、実験2では、実験1の結果を考慮して被験者毎に制限時間の調整を行う。

実験1で制限時間を多く残した状態で全ての家事を行った場合(制限時間に余裕があったと考えられる)、制限時間を余した分短縮をし、よりストレスがかかりやすい状態で実験2を行う。実験1で制限時間をいっぱいを使い全ての家事を行った場合(制限時間に余裕が無かったと考えられる)、制限時間を延長し、より余裕を持って家事を行える状態で実験2を行う。

実験3では、家事のタスク量が被験者に与える影響を測定する。例えば、同一時間で3つの家事を行うときと4つの家事を行うときで被験者のストレスに違いが生じるのであれば、家事のタスク量を調整することでストレスを軽減することが可能になると考える。そこで、実験1, 2の中から、よりストレスがかかっていると考えられる制限時間が小さい方の回の集計結果において、一番ストレスが大きい家事を対象家事から外し、実験3を行う。一番大きいストレスがかかっていると考えられる家事を行うときと行わないときの被験者の状態の違いについて検討する。

5. 実験結果

表4に事前アンケートから得られた被験者毎の家事の好みと得意さを示す。このような被験者の特性がストレスの感じ方に影響を与えるも考慮する必要があると考える。実験1[1]の結果から、被験者1, 2は休憩ができるほど制限時間に余裕があり、被験者3は制限時間をいっぱいに使って家事を行ったことから余裕がなかった。被験者1, 2と比較すると被験者3はストレスがかかりやすい状態であったと考えられる。実験2では制限時間を調整することによるストレスの変化を調査する。

表 4 事前アンケート結果

被験者	項目	洗濯	掃除	料理	皿洗い
1	好み (1:嫌い~7:好き)	2	1	4	4
	得意さ (1:不得意~7:得意)	4	1	3	3
2	好み (1:嫌い~7:好き)	3	3	7	3
	得意さ (1:不得意~7:得意)	5	3	7	6
3	好み (1:嫌い~7:好き)	2	5	4	2
	得意さ (1:不得意~7:得意)	2	4	3	4

5.1 実験2

実験1の結果[1]から制限時間調整を行った。実験1で10分以上の休憩を行った被験者1, 被験者2は、制限時間を20分短縮、休憩を行えなかった被験者3は、制限時間を20分延長の時間調整を行った。

図2に実験2における被験者毎の生体情報と行動ラベルの時系列データを示す。生体情報は取得した心拍データからLF/HF比を算出した結果と α アミラーゼの測定値である。背景色は各家事の色に対応しており、被験者が実験中にどのような順序・時間で家事を行っていたかを表している。

表5に実験2の被験者毎のデータ収集結果一覧を示す。内容は家事毎の平均LF/HF比、合計行動時間・回数とアンケート結果である。

被験者1のLF/HF比に関しては、他の計測時と比べて低い値が続いており、装着不備やセンサの不具合など何らかの計測不備が考えられるため、LF/HF比は参考記録とする。

被験者1, 2は制限時間短縮により、実験1と比べて各家事の遂行時間が同等あるいは減少する傾向にあったが、被験者3は制限時間延長により、料理・皿洗いの遂行時間が大きく増加し、休憩を取ることなく制限時間いっぱいを使用し家事を行った。被験者3に関しては、実験1の結果と比較すると皿洗い以外は平均LF/HF比とアンケートによるストレス・疲労の回答結果が同等あるいは減少する傾向が見られた。時間の制約が緩和されたことにより、余裕を持って家事の遂行ができたことが考えられる。しかしながら、家事遂行の効率については、20分の短縮が行えることが可能であることから、身体への負担と時間のトレードオフは検討すべき内容である。被験者2は、実験1に比べ合計時間が大きく減少した料理について、平均LF/HF比と疲労が大きく増加した。制限時間の短縮により身体への負担が増加したことが考えられる。また、 α -アミラーゼの計測値が高くなった家事と平均LF/HF比が高い家事が洗濯、料理、皿洗いで一致する傾向にあった。

5.2 実験3

実験1, 2の結果から家事要件調整を行った。被験者1は実験2において計測不備があったため、実験1の結果より、料理を、被験者2は実験2の結果より、皿洗いを、被験者3は実験1の結果より料理を家事の要件から外し実験

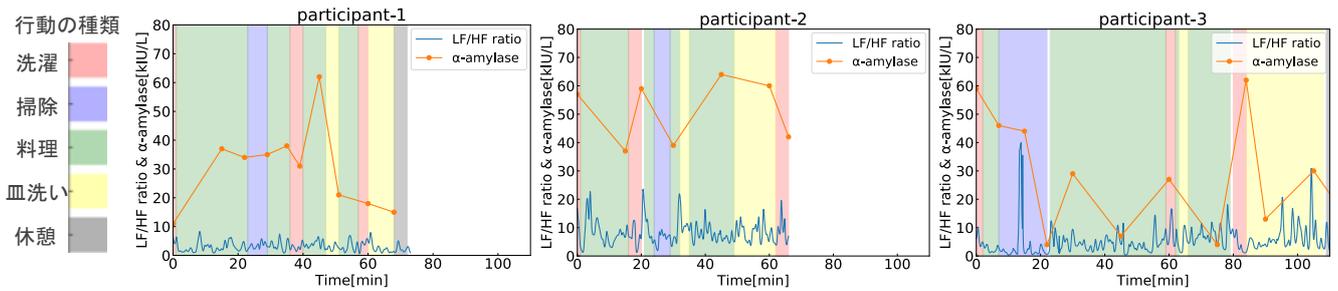


図 2 実験 2 における被験者毎の生体情報と行動ラベルの時系列データ

表 5 実験 2 の被験者毎のデータ収集結果一覧

被験者	項目\行動名	洗濯	掃除	料理	皿洗い
1	負荷 (1:ない~7:ある)	2	4	6	4
	合計時間 (s)	513	400	2418	697
	行動回数	3	1	8	4
	平均 LF/HF 比	3.48	3.39	3.17	2.49
	ストレス (1:小さい~7:大きい)	6	5	5	4
	疲労 (1:小さい~7:大きい)	5	4	6	3
2	負荷 (1:ない~7:ある)	3	5	1	3
	合計時間 (s)	583	295	2103	921
	行動回数	3	1	4	2
	平均 LF/HF 比	8.27	6.16	8.30	8.59
	ストレス (1:小さい~7:大きい)	2	4	1	5
	疲労 (1:小さい~7:大きい)	3	5	3	5
3	負荷 (1:ない~7:ある)	3	2	7	4
	合計時間 (s)	552	910	3333	1633
	行動回数	3	1	4	2
	平均 LF/HF 比	5.34	3.11	5.03	6.66
	ストレス (1:小さい~7:大きい)	3	2	6	5
	疲労 (1:小さい~7:大きい)	3	3	5	6

表 6 実験 3 の被験者毎のデータ収集結果一覧

被験者	項目\行動名	洗濯	掃除	料理	皿洗い
1	負荷 (1:ない~7:ある)	4	5	1	3
	合計時間 (s)	670	522	-	261
	行動回数	3	2	-	1
	平均 LF/HF 比	7.70	7.01	-	5.20
	ストレス (1:小さい~7:大きい)	4	6	1	3
	疲労 (1:小さい~7:大きい)	3	6	1	3
2	負荷 (1:ない~7:ある)	3	5	3	1
	合計時間 (s)	591	267	1780	-
	行動回数	3	1	2	-
	平均 LF/HF 比	6.75	9.22	7.57	-
	ストレス (1:小さい~7:大きい)	3	6	2	1
	疲労 (1:小さい~7:大きい)	3	6	2	1
3	負荷 (1:ない~7:ある)	3	2	1	5
	合計時間 (s)	771	997	-	475
	行動回数	2	1	-	1
	平均 LF/HF 比	6.66	8.65	-	9.40
	ストレス (1:小さい~7:大きい)	3	4	1	5
	疲労 (1:小さい~7:大きい)	4	5	1	3

を行う。制限時間は 60 分とし、全ての要件を終了し休憩が 5 分以上続いた場合はその時点で終了とした。

5.1 節と同様に、図 3 に実験 3 における被験者毎の生体情報と行動ラベルの時系列データ、表 6 に実験 3 の被験者毎のデータ収集結果一覧を示す。被験者 2 は、料理の平均 LF/HF 比が高い値を示しているものの、主観評価の料理に対する負荷やストレスはないものと回答している。実際には、身体的に負担がかかっているが、本人は負担に感じていないことが考えられる。

被験者 1, 2 は他の実験時と比べて α -アミラーゼの測定値にあまり変化が見られなかったが、被験者 3 は変化が大きかった。被験者 1, 2 は家事のタスク量を減らすことで、唾液中に現れるストレス反応が減少したことが考えられる。被験者 3 は、特に洗濯や皿洗いの終わりに α -アミラーゼ値が増加していることから洗濯や皿洗いのストレスが大きかったと考えられる。

表 7 に 3 回の実験における被験者毎の休憩を除いた家事中の平均 LF/HF 比を示す。被験者 1 の実験 2 は測定不備が考えられるため、参考記録として記載し、考察の対象外とする。家事タスク量調整前と比較すると、被験者 1, 2 は減少、被験者 3 は増加した。家事タスク量を調整することでストレスを軽減できる可能性があると考えられるが、被

表 7 3 回の実験における家事中の平均 LF/HF 比

被験者	実験 1	実験 2	実験 3
1	7.62	3.12 ^{*1}	6.85
2	7.42	8.24	7.53
3	6.35	5.16	8.23

^{*1} 計測不備の可能性あり

験者 3 は平均 LF/HF が大きく増加したことから、家事を行うこと自体の改善が必要であると考えられる。また、家事タスク量を減らした後は家事を行うことに費やす時間が大きく短縮されているため、その短縮した分の時間を休憩などのリラックスする時間に使用することで、家事タスク量調整前よりストレスは軽減されると考える。

本実験では、家事毎に平均 LF/HF 比を算出することで、家事毎のストレス評価を行った。しかしながら、家事を行っていた時間やストレス状態がどの程度続いたかなどを考慮していない。そのような項目を考慮するためには、ユーザにかかるストレスを一定時間経過する度に積算することで、ある時間後のストレス状態を推定するような指標やモデルが必要であると考えられる。

6. 生活支援方法の検討

家事を行うことにおける住人のストレスを計測するため

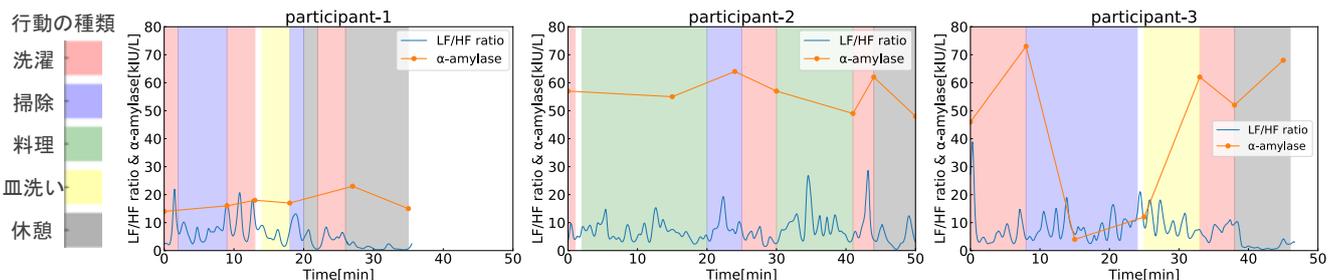


図 3 実験 3 における被験者毎の生体情報と行動ラベルの時系列データ

の実験を行った。実験結果から、被験者毎にストレスや負担が大きい家事に違いがあることが判明した。また、時間やタスク量を調整することにより家事のストレスが変化することが確認されたが、その変化は個人差があり、生活の中様々な要因が影響している可能性が考えられる。家事を行うことにおけるストレスや負担を軽減するには、個人やその環境に適した改善のためのアプローチが必要となる。そこで本章では、住人の家事の負担を軽減し QoL を向上させる生活支援方法について検討する。

6.1 行動推薦

家事を行うことを考えるとき、複数の家事の中からいくつかを選び、遂行する予定を立てる。考えることの煩わしさが家事の遂行を妨げる要因の 1 つであると考えられる。そこで、住人の意思決定を支援するため、家事遂行案を提案することを考える。家事遂行案とは家事のリストであり、要素として、家事を行うのにかかる所要時間、家事を行った後の負担の評価値を持つものである。住人はそのときの体調や予定などを考慮して家事遂行案を選択することで、家事遂行の意思決定支援が行えると考える。家事遂行案の提案について説明する。

6.1.1 要素の定義

家事遂行案を出力するために必要な要素を定義する。家事をタスクの集合 T 、家事の各タスクを $t_i \in T$ とする。また、本提案システムを用いて、日常的に家事タスクのストレスの記録を行っているものとして、家事タスク t_i が n 回目に行われたときの平均 LF/HF 比を $Stress(t_i, n)$ とする。

所要時間

タスク t_i を行うのにかかる時間を $Time(t_i)$ [min] とする。

負担

タスク t_i を行うことによる身体の負担を $Burden(t_i)$ とする。身体の負担は、家事を行うことによるストレスと定義し、以下の式で算出する。

$$Burden(t_i) = \frac{\sum_{k=1}^n Stress(t_i, k)}{n}$$

優先度

行う家事を選定する際に、久しく行われていない家事

を優先的に選ぶための指標を家事の優先度と定義し、家事の優先度を $Priority(t_i)$ とする。値が高いほど優先度が高いとする。家事によって行う頻度が異なることを考慮するため、タスク t_i の重み係数を W_i 、行われていない日数を D とし、以下の式で算出する。

$$Priority(t_i) = W_i \times D$$

6.1.2 家事遂行案の出力

家事遂行案の出力を説明するための例として、掃除をタスクの集合 T 、各掃除タスクを $t_i \in T$ とする。各タスクのパラメータを表 8 に示す。

表 8 掃除タスク一覧

掃除箇所	所要時間 (分)	優先度	負担
t_1 :部屋	30	40.0	5.0
t_2 :風呂	30	70.0	10.0
t_3 :水回り	15	90.0	9.0
t_4 :トイレ	15	30.0	7.0
t_5 :廊下	10	30.0	2.0
t_6 :ゴミ捨て	5	40.0	4.0

45 分の家事遂行案を出力する場合を考える。タスクの集合 T から各タスク t_i の組み合わせの所要時間の合計が 45 分以下になるように、タスクのリストを列挙する。そのパターンは様々なパターンが考えられる。

(1) 優先度を最大にする場合 (ケース a) : $T_a = t_3, t_4, t_5, t_6$ としたとき、 $Priority(T_a) = 190.0$ となり、 $Burden(T_a) = 22.0$ となる。

(2) 負担を最小かつ所要時間の合計を 45 分にする場合 (ケース b) : $T_b = t_1, t_5, t_6$ としたとき、 $Priority(T_b) = 110.0$ となり、 $Burden(T_b) = 11.0$ となる。

(3) タスク数を最小、所要時間の合計を 45 分、優先度を最大にする場合 (ケース c) : $T_c = t_2, t_3$ としたとき、 $Priority(T_c) = 160.0$ となり、 $Burden(T_c) = 19.0$ となる。

このように列挙したタスクのリストを住人に提示する。表 8 に提示するタスクリストを示す。

以上 3 つのパターンが候補として挙げられたとき、住人はこの中から 1 つを選択してリストを決定し遂行することができる。例えば、翌日の会社のために負担を軽減することに重点をおく場合は、(2) のパターンを選択することで、

表 9 提示するタスクリスト

リスト	優先度	負担
水回り掃除, トイレ掃除, 廊下掃除, ゴミ捨て	190.0	22.0
部屋掃除, 廊下掃除, ゴミ捨て	110.0	11.0
風呂掃除, 水回り掃除	160.0	19.0

負担が少ないスケジュールを組むことができる。このように、住人の家事タスクにおける意思決定を支援する。

6.2 家電推薦・家事代行サービス

住人が上手く遂行できないとき、時間がないときは行動推薦のみでの改善では間に合わない可能性があり、家事を遂行すること自体の改善や家事を代行することが考えられる。そこで、家電推薦と家事代行サービスについて考える。家電推薦とは、住人に適した家電を推薦することである。家電は近年の技術革新により性能が向上し、我々の生活を豊かにしている。その種類はとても多く、価格も様々である。そこで、収集したデータから、住人のストレス状態を改善できるような家電を推薦する。住人に適した家電の導入により、家事の負担が軽減され、家事の遂行が促進することで、QoLの向上が見込める。家事代行サービスとは、住人の代わりに家事を行う事業で、近年、その市場規模は拡大している。ストレスや疲労の改善が難しい家事や時間的制約が厳しい場合、その家事を家事代行サービスに委託する提案を行うことで、住人の負担が軽減できると考える。システムとしてこのような製品やサービスの提案が可能になれば、家事の遂行支援による住人のQoL向上が見込めると考える。

7. まとめ

本稿では、制限時間や家事のタスク量を調整することによる家事のストレス変化について調査するために、実験要件を調整した2つの実験結果を分析した。時間やタスク量の調整によりストレスが変化することを確認した。家事のタスク量を減らすことで、必ずしもストレスが減少する訳ではないため、個人に適した改善方法を考える必要があることが分かった。また、家事を行うことのユーザの負担を軽減するための生活支援方法として、家事遂行案の提案手法および家電推薦・家事代行サービスの利用について検討した。

今後の課題として、被験者を増やすことでユーザタイプの傾向を明確にすることや、ストレス改善に向けた住人支援方法のアルゴリズム作成などが挙げられる。

参考文献

[1] 大西晃正, 諏訪博彦, 安本慶一. 居住者の家事におけるストレス分析. 第27回マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, pp. 1-7, 2019.
[2] The WHOQOL Group. The development of the world

health organization quality of life assessment instrument (the whoqol). In *Quality of life assessment: International perspectives*, pp. 41-57, 1994.
[3] Bert Spilker. *Quality of Life and Pharmacoeconomics in Clinical Trials*, chapter Introduction, pp. 1-10. Lippincott Williams & Wilkins, 1996.
[4] 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.
[5] World Health Organization. Development of the world health organization whoqol-bref quality of life assessment. Technical report, WHO., 1996.
[6] John E. Ware Jr. Sf-36 health survey update. *Spine*, Vol. 25, No. 24, pp. 3130-3139, 2000.
[7] 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*, 2017.
[8] Asma Ghandeharioun, Szymon Fedor, Lisa Sangermano, Dawn Ionescu, Jonathan Alpert, Chelsea Dale, David Sontag, and Rosalind Picard. Objective assessment of depressive symptoms with machine learning and wearable sensors data. In *Proc. International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction (ACII)*, San Antonio, Texas, 2017.
[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, 2016.
[10] Natasha Jaques, Sara Taylor, Ehimwenma Nosakhare, Akane Sano, and Rosalind Picard. Multi-task learning for predicting health, stress, and happiness.
[11] 秋山早弥香, 加藤由花. QoL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.
[12] 田中喜秀, 脇田慎一. ストレスと疲労のバイオマーカー. *日本薬理学雑誌*, Vol. 137, No. 4, pp. 185-188, 2011.
[13] 早野順一郎, 山田真己, 藤浪隆夫, 横山清子, 渡辺興作, 高田和之. 心拍変動と自律神経機能. *生物物理*, Vol. 28, No. 4, pp. 198-202, 1988.
[14] 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.
[15] 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.
[16] ユニオンツール株式会社. 心拍センサ whs-3. http://www.uniontool.co.jp/product/sensor/index_020103.html.
[17] 佐々木渉, 藤原聖司, 藤本まなど, 諏訪博彦, 荒川豊, 安本慶一. スマートホームデータの時系列分析に基づく宅内行動生起タイミングの予測. マルチメディア, 分散, 協調とモバイル (DICOMO2018) シンポジウム論文集, pp. 1220-1226, 2018.
[18] ニプロ株式会社. 唾液アミラーゼ測定. http://med.nipro.co.jp/med_eq_category_detail?id=a1U1000000b535GEAQ.
[19] 井澤修平, 城月健太郎, 菅谷渚, 小川奈美子, 鈴木克彦, 野村忍. 唾液を用いたストレス評価. *日本補完代替医療学会誌*, Vol. 4, No. 3, pp. 91-101, 2007.