

居住者の家事におけるストレス分析

大西 晃正¹ 諏訪 博彦^{1,2} 安本 慶一¹

概要：近年、生活の質 (QoL:Quality of Life) を向上させるための研究が盛んに行われている。働き方改革など社会的な取り組みはなされているが、プライベート空間である住居内では、プライバシーなどの関係から自分自身で QoL 向上のために取り組む必要がある。我々は、宅内生活を送る中で欠かすことができない家事の遂行を支援することを目指している。そのためには、家事の遂行における居住者の精神的・身体的状態の把握が必要となる。そこで、家事を行うことによる居住者の精神的・身体的状態を把握するための実験を行った。その結果、家事におけるストレスや疲労の蓄積は個人差があり、家事毎にストレスの度合いに違いがあることが示された。また、実験の結果を踏まえて、居住者支援方法について検討した結果を報告する。

1. はじめに

近年、ストレスが精神的、身体的、社会的活動のパフォーマンスの低下を招いており、こうした問題への取り組みに社会の関心が集まっている。特に、オフィスや学校においては、働き方改革や引きこもり対策の名のもとに、個人のメンタル状態を測定し、労務改善や学習環境改善を行うといった QoL 向上の取り組みが組織的に行われている。例えば、2015 年には、労働安全衛生法が改正され、労働者が 50 人以上いる事業所では、全労働者に対して毎年 1 回のストレスチェックが義務付けられるようになった。しかしながら、宅内における QoL 向上については、温湿度や照明などの物理的環境面に着目した研究 [1][2][3] はあるものの、家事を含めた宅内行動（宅内タスク）に基づくストレスの原因解明や解消方法といったメンタル要因を考慮した研究はほとんど見当たらない。

宅内における居住者の代表的なストレス要因として、家事が挙げられる。洗濯や掃除などの家事は日々行うものであり、避けては通れないタスクである。家事が未消化になることで生活環境の衛生面での悪化により QoL の低下に繋がることも懸念される [4]。また、近年では、共働き世帯における家事の分担なども問題になっている。家事に対す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。以上から、家事の遂行を IT 技術により支援することは、宅内における QoL 向上に貢献できる可能性が高い。

我々は、宅内における QoL 向上を目指し、ユーザが家事タスクに取り組みやすくなるための意思決定支援システムの実現を目指した研究を始めている [5]。家事タスクを行う前後にユーザにかかる精神的負担および身体的負担を、精神的負荷（以後、ストレスと記す）と疲労度として定義し、家事タスクの複数のスケジューリングに対してそれらの変化をシミュレーション結果として示すことで、宅内におけるユーザ意思決定を支援することを試みている。この意思決定支援システムを実現するためには、ユーザの家事に対するストレスと疲労度を入力する必要がある。しかしながら、先に述べた通り各家事に対するストレス度合は人および状況によって異なる。例えば、料理が好きな人にとっては、基本的には料理はストレスではないが、朝の忙しい時間帯の料理はストレスに感じるかもしれない。人および状況によるストレス度の違いを把握するためには、人および状況ごとにこれらの度合いを推定できる必要がある。

本研究では、家事におけるストレス度を明確にするために、家事を行うことによる居住者のストレス度の分析を行う。宅内におけるストレスの主な原因が、家事が多いこと、時間が限られていることであると仮定し、データ収集実験を行う。実験では、被験者が家事（洗濯、掃除、料理、皿洗い）を制限時間 90 分で行い、その間にウェアラブルセンサなどを用いて生体情報の収集と実験の前後で主観評価収集のためのアンケートを実施した。結果として、被験者毎に家事を行う順序や家事によってかかるストレスが異なり、個人の嗜好によって、家事のストレスや疲労の感じやすさ

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

に違いがあることが分かった。また、実験結果を踏まえて、家事の数の違いが及ぼすストレスを検証するための追加実験や本研究における居住者支援方法について考察する。

2. 関連研究

本研究に関連する既存研究として、宅内行動や宅内ストレスに関する研究、QoLに関する研究、意思決定支援に関する研究について述べる。

家事や生活行動を対象とした研究として、行動認識 [6][7][8] や行動予測 [9][10][11] に関する研究が多数行われている。中川らは、居住者の位置情報と家電の消費電力データに基づいて居住者の宅内行動を推定する手法を提案している。結果として、約 8 割の精度で行動を推定できることを明らかにしている。また、佐々木らは、行動が発生するまでの経過時間帯を幾つか設定し、行動生起タイミングを学習することで時間内行動生起を予測する行動予測手法を提案している [9]。これらの研究は、宅内の行動を推定/予測することで、居住者の行動に合わせて/先立って、家電を自動制御するなどの行動支援を行うことを目的としている。これらの研究は、どの家事（行動）を行っているのかを推定できるという点で、本研究の目的に有用であるが、各行動を実施した時の精神的・身体的状態を推定/予測するまでには至っていない。

宅内におけるストレスを評価する研究として、居住環境とストレスの関係性に着目した研究がある [12][13][14]。堤ら [14] は、日常生活における戸建・集合住宅を含んだ住宅・生活行動全般とストレスとの関係性に焦点を当てた研究を行っている。その一環として、住環境やそれに対する満足度が居住者のストレスや健康感に与える影響を明らかにすることを目的とし、同じ家に 1 年以上居住している 20 歳以上の女性 1,000 名を対象としたアンケート調査を行なっている。アンケート結果に基づいた共分散構造分析によるストレス解消・健康増進のモデル化を行うことで、住環境満足度と居住者のストレス・健康感の関連を評価・報告している。この研究は、住環境満足度による影響に着目しており、居住者の家事に纏わる精神的・身体的状態を考慮したものではない。

QoL [15] 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。我々は、家事による精神的負荷や疲労の蓄積が宅内生活における QoL に影響を及ぼしていると想定し、家事の遂行においてもワークライフバランスの考え

方が適用されるべきだと考える。

QoL について議論する場合、その計測方法が問題となる。QoL の計測は、主にアンケートにより行われており、日々計測することが難しいという課題があった。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 [16]、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。しかしながら、各家事におけるストレス度合いを常時推定する方法についての議論は少ない。そこで本研究では、家事を行うことによる居住者のストレス度の分析を行い、個人の嗜好や状況によるストレス度合いの違いがあることを明らかにする。

3. 家事タスクに対するストレス測定方法

我々の提案システム [5] を実現するためには、家事をしているときの居住者のストレスと疲労を推定する必要がある。身体的負担は、動作に基づく消費カロリーなどで把握できると考えるが、外見からは計測不可能な精神的負荷は把握が困難である。そこで、居住者の精神的負担（ストレス）を推定する手法が必要となる。

本研究では、リアルタイムにストレスを推定するために、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 [17] が、被験者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と唾液のセンシングに着目する。

3.1 心拍によるストレス測定

家事をしているときの LF/HF 比の変動に着目する。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 [18]。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。家事をしている中で、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。

3.2 唾液によるストレス測定 [19]

唾液から分析できるストレスマーカーは、非侵襲で随時性、簡便性に優れているため、生活行動を著しく妨げることなくサンプル採取を行える。唾液アミラーゼ活性は、交感神経系活性を反映するので精神的ストレス、身体的ストレスの両方を反映する。特に、急性のストレス評価に有効とされており、家事をしているときのストレス測定に向いているため、本研究に適していると考えられる。

4. ストレス測定実験

特定の家事を行うときにストレスが高くなる場合、その家事は居住者にとって負担が高く改善の余地があると考えられる。また、居住者毎に家事の好みや得意さがあり、家事によるストレスのかかり方は人によって異なると考えられる。このような仮説を検証するために、ストレス測定実験を行う。

4.1 概要

本実験の目的は、家事を行うときの居住者のストレスを測定すること、居住者ごとの違いを明らかにすることである。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にスマートホームの写真を、図2にスマートホームの間取りと設置家具を示す。

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)を行ってもらう。ストレス測定には、心拍および唾液を用いる。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に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。

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う家事の内容を表1に示す。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枚ずつを用意する。

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



図1 スマートホームの写真

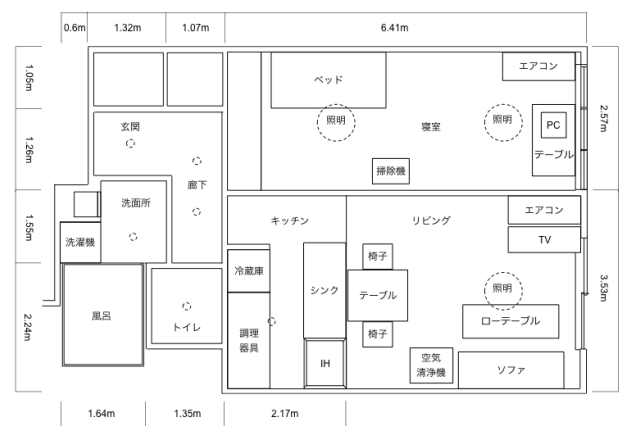


図2 スマートホームの間取りと設置家具

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終えられ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、来客が食べ終えた食器、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 ストレス測定および行動データ収集

被験者は、心拍によるストレス測定のために、胸部装着型心拍センサ WHS-3[20] を装着する。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

収集されたデータは、3.1 節で示した手法により、LF/HF

表 1 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 来客が食べ終えた皿を洗う 調理場を掃除して調理前の状態にする

比が算出される。

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唾液アミラーゼモニタ [21] を用いて測定を行う。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 時間前から飲食は不可としている。

また、行動ラベルを収集するために、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。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。

以上により、被験者のストレスと行動ラベルの時系列データを収集する。

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 4.4 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。

表 3 に、家事全体に関するアンケート項目を示す。実験の前後に大変さおよび疲労度について 1～5 の 5 段階で回答してもらう。また、実験後に満足感や達成感について 1～5 の 5 段階で回答してもらう。このアンケートから、家事全体に対するストレスの影響について考える。

5. 実験結果

5.1 集計結果

図 3 に、収集した LF/HF 比、アミラーゼ活性値、被験者の行動ラベルの時系列データを示す。上段の折れ線グラフは、実験中の被験者の LF/HF 比とアミラーゼ活性値の

表 2 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

表 3 家事全体に関するアンケート項目

項目	説明
大変さ	家事をする前後の心境の変化 1: 余裕がある～5: 大変である
疲労度	家事をする前後の疲労の変化 1: 疲れていない～5: 疲れている
満足感	行った家事の質の満足感の有無 1: 満足していない～5: 満足している
達成感	全ての家事遂行後の達成感の有無 1: 達成感がない～5: 達成感がある

変動を表している。下段の図は、被験者が実験中のどのような順序で家事を行っていたかを表している。また、4 つの家事に該当していない空白部分の時間は休憩を表している。

表 4 に実験前後で実施した各家事のアンケートの結果と生体情報を示す。生体情報として、家事毎の遂行した合計時間 (s) と平均 LF/HF 比を記載している。また、洗濯は 3 つの要件 (洗濯物を洗濯機に入れる、洗濯物を干す、洗濯物を畳む) についてもそれぞれ算出している。

表 5 に家事全体のアンケート結果を示す。大変さと疲労度は実験前後の値の変化、満足感と達成感は実験後に家事全てを行ったことに対して回答した結果である。

5.2 集計結果に対する考察

図 3 より、家事の順序が個人によって違いがあることが確認できる。被験者 1, 2 は料理の合間に皿洗いも同時に行っているが、被験者 3 は最後にまとめて皿洗いを実施している。このような家事を行うスタイルの違いによって、家事の効率化によるストレス軽減や時間短縮などが発生すると考える。

表 4 より、被験者毎に各家事を行っているときの平均 LF/HF 比に違いがあることから、被験者毎に各家事のストレスが異なることがわかる。また、生体情報から推定したストレスと主観評価として回答したストレスは、完全一致しないことが確認された。被験者 2, 3 は、平均 LF/HF 比とアンケートによるストレスについて最大になる家事が

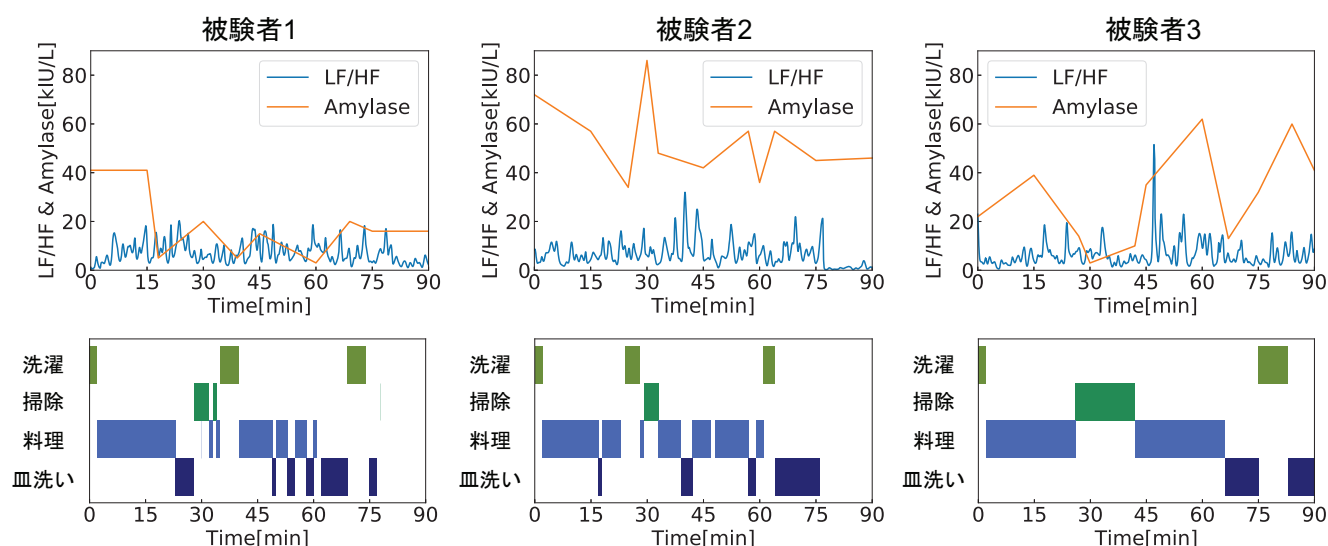


図 3 被験者毎の生体情報と行動ラベルの時系列データ

表 4 被験者毎のデータ収集結果一覧

	項目\行動名	洗濯	掃除	料理	皿洗い	休憩	洗濯 (入)	洗濯 (干)	洗濯 (畳)
被験者 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				
	負荷 (1:ない~7:ある)	2	5	6	5				
	合計時間 (s)	748	365	2414	1066	695	103	349	296
	平均 LF/HF	5.87	6.09	8.64	7.05	3.73	2.76	6.79	5.85
	アミラーゼ活性値 (kIU/L)	5,16	20	41,5,20,15,3	20,16	16			
	ストレス (1:小さい~7:大きい)	7	6	3	3				
	疲労 (1:小さい~7:大きい)	6	6	4	3				
被験者 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				
	負荷 (1:ない~7:ある)	2	5	6	5				
	合計時間 (s)	515	261	2595	1060	913	102	152	261
	平均 LF/HF	5.43	7.03	7.23	9.22	2.29	4.10	3.94	6.93
	アミラーゼ活性値 (kIU/L)	34,57	86,48	57,57,36	42,45	46			
	ストレス (1:小さい~7:大きい)	4	5	2	6				
	疲労 (1:小さい~7:大きい)	3	6	1	6				
被験者 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				
	負荷 (1:ない~7:ある)	5	3	7	4				
	合計時間 (s)	633	930	2872	913	-	146	162	325
	平均 LF/HF	5.59	5.70	7.38	5.71	-	3.52	3.99	7.35
	アミラーゼ活性値 (kIU/L)	60	3,10	39,14,35,62,13	32,41	-			
	ストレス (1:小さい~7:大きい)	5	2	7	3				
	疲労 (1:小さい~7:大きい)	5	6	5	3				

一致している。しかし、被験者 1 は、平均 LF/HF 比が最大の家事（料理）について、アンケートでは一番ストレスがないと回答している。

一方、事前アンケートの負荷（家事を遂行することの負担の大きさや家事のやりたくなさなど）と平均 LF/HF 比にはある程度関係性が見られた。負荷のある家事は、平均 LF/HF 比が他の家事と比較すると高い値を示していることから、家事のやりたくなさがその家事を行っている

きのストレスと関係していると考えられる。

アミラーゼ活性値によるストレス推定は、被験者 3 は主観評価のストレスが高い料理中や洗濯後にアミラーゼ活性値が上昇する傾向が見られた。しかし、被験者 1, 2 は、主観評価との関係性は見られなかった。また、被験者毎にアミラーゼ活性値の変動域が大きく異なるため、個人毎の平均値などを考慮するなど分析方法の検討が必要であることが分かった。また、唾液によるストレス測定における欠点

表 5 被験者毎の家事全体のアンケート結果一覧

項目	大変さ ^{*a,e}	疲労度 ^{*b,e}	満足感 ^{*c}	達成感 ^{*d}
被験者 1	3 → 1	4 → 5	5	5
被験者 2	3 → 1	4 → 2	5	5
被験者 3	4 → 5	3 → 5	2	4

^{*a} 1: 余裕がある～5: 大変である

^{*b} 1: 疲れていない～5: 疲れている

^{*c} 1: 満足していない～5: 満足している

^{*d} 1: 達成感がない～5: 達成感がある

^{*e} 大変さと疲労度に関しては実験前後に回答しているため、実験前→実験後の数値となっている

として、測定前の飲食が制限されることや唾液採取不足が原因と考えられる著しく低い値を検出することが挙げられる。料理の過程において味見ができないことが不便であることや異常値が出力された場合のやり直しの手間などを考慮すると、唾液アミラーゼは、家事中のストレス推定には向かないと考える。

休憩時の LF/HF 比の波形や平均 LF/HF 比に着目すると、家事を行っているときに比べ著しく低く、ストレスが少ないと考えられる。このことから、休憩を入れることで、ストレスを軽減した家事遂行スケジュールの提案が行えると考えられる。

被験者の特性 (家事に対する考え方) が家事の遂行に与える影響に着目すると、被験者 2 の料理の負荷や平均 LF/HF 比が他の家事に比べて高い値であるにもかかわらず、遂行後の主観評価によるストレス、疲労は最も低い値である。つまり、料理について負荷と考えているが、遂行することに関する負担はあまり感じていないということである。また、料理の好み、得意さを一番高い評価にしていることから、好き・得意な家事は遂行することによる負担を本人が感じにくいことが考えられる。しかし、平均 LF/HF 比は 2 番目に高い値であることから、ストレスがないとは言えないと考える。

6. 居住者支援方法の検討

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。そこで、そのことを考慮したうえで、家事のストレスを軽減し、QoL 改善するための居住者支援方法について検討する。

6.1 行動推薦

居住者は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、居住者の意思決定を支援するため、いくつかの家事遂行案を提示することを考える。家事遂行案とは、限られた時間の中で行う家事のリストであり、家事遂行案の差分の要素として、本実験で得られた家事毎のストレスや疲労などの評価値を持つものである。居住者が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。

6.2 家電推薦・家事代行サービス

居住者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、居住者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。その種類はとて多く、価格も様々である。そこで、収集したデータから、居住者のストレスや疲労を改善できるような家電を推薦する。居住者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、居住者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、居住者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居住者の QoL 向上が見込めると考える。

7. まとめ

本稿では、家事におけるストレスを明確にするために、家事を行うことによる居住者の精神的・身体的状態の分析を行った。被験者の家事毎のストレスの違いがあることや被験者毎に家事の遂行方法や精神的・身体的状態の違いがあることを確認した。

今後の課題として、被験者を増やすことでデータ数を増やしユーザタイプの傾向を明確にすることや、制限時間などの実験要件を変更することによるストレス値の変化を検証するための追加実験の実施とデータ分析、居住者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] 大淵友暉, 山崎俊彦, 相澤清晴, 鳥海哲史, 林幹久. Iot センサを用いたマンション物件計測と快適度評価. 人工知能学会全国大会論文集 第 31 回全国大会 (2017), pp. 1H2OS15a4-1H2OS15a4. 一般社団法人 人工知能学会, 2017.
- [2] 崔漢鐘, 松井加奈絵ほか. 居住空間における快適嗜好性データを用いた照明制御による快適性維持システムの提案と実装. 研究報告グループウェアとネットワークサービス (GN), Vol. 2017, No. 9, pp. 1-6, 2017.
- [3] 宮地雄大, 齋藤輝幸, 飯塚悟, 玄英麗, 久野覚. 住宅における放射冷暖房の効果的な利用方法に関する研究被験者試験による温熱快適性評価. 空気調和・衛生工学会大会 学術講演論文集 平成 29 年度大会 (高知) 学術講演論文集 第 6 巻 温熱環境評価 編, pp. 237-240. 公益社団法人空気調和・衛生工学会, 2017.
- [4] オウチャーノ. 一人暮らし社会人の「家事」実態調査. <https://>

- //corporate.o-uccino.jp/wordpress2/wp-content/uploads/2013/11/pr20131128_shakaijinkaji.pdf, 2013.
- [5] 大西晃正, 諏訪博彦, 安本慶一. 宅内行動シミュレーションを用いた qol 向上のための意思決定支援システムの検討. 2018 年度 情報処理学会関西支部 支部大会 講演論文集, Vol. 2018, , 2018.
 - [6] Eri Nakagawa, Kazuki Moriya, Hirohiko Suwa, Manato Fujimoto, Yutaka Arakawa, and Keiichi Yasumoto. Toward real-time in-home activity recognition using indoor positioning sensor and power meters. In *Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)*, 2017 IEEE International Conference on, pp. 539–544. IEEE, 2017.
 - [7] Kazuki Moriya, Eri Nakagawa, Manato Fujimoto, Hirohiko Suwa, Yutaka Arakawa, Aki Kimura, Satoko Miki, and Keiichi Yasumoto. Daily living activity recognition with echonet lite appliances and motion sensors. In *Pervasive Computing and Communications Workshops (PerCom Workshops)*, 2017 IEEE International Conference on, pp. 437–442. IEEE, 2017.
 - [8] 上田健揮, 玉井森彦, 荒川豊, 諏訪博彦, 安本慶一. ユーザ位置情報と家電消費電力に基づいた宅内生活行動認識システム. 情報処理学会論文誌, Vol. 57, No. 2, pp. 416–425, 2016.
 - [9] 佐々木渉, 藤原聖司, 藤本まなと, 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.
 - [10] Zong-Hong Wu, Alan Liu, Pei-Chuan Zhou, and Yen Feng Su. A bayesian network based method for activity prediction in a smart home system. In *Systems, Man, and Cybernetics (SMC)*, 2016 IEEE International Conference on, pp. 001496–001501. IEEE, 2016.
 - [11] Younggi Kim, Jihoon An, Minseok Lee, and Younghee Lee. An activity-embedding approach for next-activity prediction in a multi-user smart space. In *Smart Computing (SMARTCOMP)*, 2017 IEEE International Conference on, pp. 1–6. IEEE, 2017.
 - [12] 長澤夏子, 山口莉加, 加藤龍一, 田辺新一. 居住環境における健康維持増進に関する縦断調査. 日本建築学会環境系論文集, Vol. 80, No. 709, pp. 279–287, 2015.
 - [13] 長澤夏子, 山口莉加, 田辺新一. 40034 日常生活行為を考慮した居住環境におけるストレスの特性 (生理指標 (2), 環境工学 i, 学術講演会・建築デザイン発表会). 学術講演梗概集, Vol. 2015, pp. 67–68, 2015.
 - [14] 堤仁美, 長澤夏子, 加藤龍一, 松岡由紀子, 秋山友里, 秋元孝之, 田辺新一. 住環境満足度と居住者のストレス・健康感の関連分析. 日本建築学会環境系論文集, Vol. 78, No. 686, pp. 359–366, 2013.
 - [15] 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.
 - [16] 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.
 - [17] 田中喜秀, 脇田慎一. ストレスと疲労のバイオマーカー. 日薬理誌 (Folia Pharmacol. Jpn.)137, pp. 185–188.
 - [18] 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.
 - [19] 中野敦行, 山口昌樹. 唾液アミラーゼによるストレスの評価. バイオフィードバック研究, Vol. 38, No. 1, pp. 3–9, 2011.
 - [20] 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.
 - [21] 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.