

# 高齢者にとっての ハイテク家電の問題点

炊飯器利用時の行動・眼球運動・生体信号の分析に基づく考察

Difficulties in Use of “high-tech” Home Appliances for Older Users  
Experimental consideration based on behavior analysis, eye tracking,  
and physiological measurement during use of rice cookers

福田 亮子

慶應義塾大学環境情報学部専任講師

Ryoko Fukuda

Assistant Professor, Faculty of Environment and Information Studies, Keio University

近年の家電製品は高機能化が進んでいるが、高齢者にとっては必ずしも使いやすいものではない。本研究では高齢者がハイテク家電を利用する際の認知的側面における問題を明らかにするため、炊飯器を例に、これを使用する際の行動分析、眼球運動計測、生体信号計測、インタビューを行った。その結果、高齢のユーザは多機能であること自体よりも、それらの複数の操作ボタンへの割り当てやボタンのネーミングによって混乱することが明らかになった。したがって、明快な機能の割り当てや容易に識別できるボタンのネーミングが求められる。

Modern home appliances are equipped with highly developed technologies. However, they are not always useful for older users. To identify the cognitive difficulties faced by older adults, their use of simulated rice cookers was analyzed by behavioral observation, eye tracking, physiological measurement and interviews. The results showed that complicated function allocation and ambiguous labeling of operation keys confused the older users. To avoid such difficulties, definite classification of functions and explicit labeling are required.

Keywords: 高齢者、ユーザビリティ、行動分析、眼球運動計測、生体信号計測

## 1 はじめに

### 1.1 テクノロジーと高齢者

高齢者人口の増加に伴い、高齢者の生活環境の整備の必要性が高まっている。加齢に伴い人間の諸機能は変化するが、各種製品や環境は従来若年のユーザを想定して作られてきたため、高齢者にとっては

使いづらいものになってしまう可能性がある。そのような場合には、高齢者の機能にあわせた配慮が求められる。

特に技術製品に関しては高齢者にとって使いづらい製品が多く、実際、高齢者による技術製品の利用は若年者に比べて少ない (Czaja et al., 2006)。しか

し、高齢者は技術製品に対して関心を持っていないわけではない。技術製品を好む高齢者の割合は好まない高齢者の割合よりも高いし、これを利用することにより得られる恩恵も理解している (Fisk, et al., 2009)。2004年の経済産業省商務情報政策局の「シニア産業機器の振興に向けた産業基盤調査報告書」では、各種製品を利用しない理由として「自分には必要がない」という理由を挙げる回答者の割合がほとんどの製品で最も高かったが、一方でいわゆるハイテク製品に関しては「うまく使えない」ということも多く理由として挙げられていた。うまく使えないから利用しないという高齢者に関しては、逆に使いやすい場合は利用する可能性もあると考えられる。したがって、興味はあるが使えないという状況を打開するためには、高齢者にとって何が使いづらいのかを解明する必要がある。

家電の世界でもハイテク化は加速している。例えば電子レンジはオープンと一体となり、多種多様な調理をすることが可能である。炊飯器は白米や玄米などさまざまな種類の米を炊くことができるだけでなく、ヨーグルトを作ったりパンを焼いたりすることができる機種も販売されている。ところが、一見便利そうに見えるこれらのハイテク家電はともすると複雑きわまりないものとなる上、実際に使われるのは提供している機能のうちごく一部であることも多い。ハイテク家電に慣れていない高齢者にとっては問題は深刻であり、複雑すぎて使うのが怖いという高齢者すら見られる (Wahl & Mollenkopf, 2003)。

高齢者が抱える問題の多くは加齢による諸機能の変化に起因するものであり、考慮すべき機能は感覚機能、知覚機能、認知機能、運動機能に分類可能であるが (Fisk et al., 2009)、上記のような家電を含むいわゆるハイテク機器の利用における問題と特に関係が深いのは認知機能である。ユーザは特定の機能を使用するために、その機能がユーザインターフェイスの中でどこに配置されており、どのような手順で使用するのかを考えなければならない。Freudenthal (1999) は高齢者が家電を利用する際の諸問題を知覚レベルから行動レベルまで幅広くまとめているが、その中でも認知機能と関わりが深い問

題が多く指摘されている。たとえばアイコンの意味や専門用語で表したラベルを理解するのは困難であるし、1つのボタンの持つ機能がそのときの文脈によって変わってしまう場合も混乱を来す。いくつかの操作を順番にしなければならない場合は、どこまで進んだのかわからなくなってしまう傾向があり、そのたびに使用説明書と家電を何回も見比べる羽目になる。多機能な最新の家電を持っている人が使いこなせる機能の数は古い家電を持っている人が使いこなせる機能の数よりも少ないという指摘もある。このような知見に基づきどのような点に配慮して製品設計をすべきかについては、すでにJISの各種「高齢者・障害者等配慮設計指針」やそのほかの指針・ガイドラインにまとめられている。それにもかかわらず、高齢者は未だにハイテク製品を使う際に困難を抱えている。このような状況を打開するには、数多くの配慮事項の中でも何から解決すべきかを示す必要がある。高齢者にとって特にどの部分が難しいのかを明らかにすることは、ハイテク製品利用時の認知機能にかかわる負担を軽減させるとともに、高齢者に「使ってみよう」と思われるようなハイテク製品の開発にも繋がるものと考えられる。

## 1.2 問題解決の手法

各種製品利用時の問題点を明らかにする場合、従来はアンケートやインタビューに基づく主観的評価が多く用いられてきた。しかし、このような方法では高齢者の抱える問題を解明するのに限界がある。たとえば、高齢者はある製品をうまく使えなかった場合、それを製品のせいではなく自分のせいだと考える傾向がある。これは加齢により自らの機能が低下してきていることを自覚しているためであり、主観評価の結果は正確なものにならない場合がある (Fukuda & Bubb, 2003)。

このような問題を避けるためには、人間のふるまいをさまざまな形で観察し、そのデータに基づき客観的かつ定量的に評価する他覚的評価手法を用いる必要がある。行動分析は特に道具を用いなくても実施できるという点でもっとも簡単かつ有効な方法であるということができる。ある課題を遂行する際の

被験者の行動を観察・分析するだけでなく、タスク分析と組み合わせれば設計者が想定した行動からの逸脱がどの部分で生じていたかも明らかにすることが可能である。さらに被験者の発話データも得られれば、何を考えて行動したかを解明することができる (Stanton, 2005)。

一方、上記のような思考・行動がなぜ起こったのかを考える上では、さらに遡って外界からどのような情報を得たのかということも知る必要がある。ユーザビリティ分析を含むユーザインターフェイスの評価においては、そのために眼球運動計測が多く用いられてきた (Jakob & Karn, 2003)。これらを組み合わせれば、「何を見て」「どう考え」「どう行動したか」を一連の流れとして解明することが可能となる (福田, 2008)。

本質的な問題を明らかにするためには、実際にデータにより示された問題点の中でも何が特に難しいと感じられたかを知る必要がある。これに主観的な評価手法を適用することは可能ではあるが、上記のように正確なデータが得られない場合がある。一方で脈拍や皮膚電気活動などの生体信号は人間のストレスレベルを反映させるに十分であり、ユーザビリティテストにおいても重要な知見をもたらすという研究がある (Ward & Marsden, 2003; Lin et al., 2006)。また、主観的な評価手法によりストレスの度合いを把握しようとする場合は、発話などによりデータを得るためあくまでも離散的にしか把握することができない。生体信号計測を用いれば、ストレスレベルの変化を連続的に捉えることが可能であり、どの時点でストレスが高まったかを明らかにすることができる。最近では、ユーザビリティテストにおいて主観評価と生体信号計測、行動分析を組み合わせる例も見られる (Thüring & Mahlke, 2007)。若干の制限はあるものの、生体信号計測に基づく他覚的評価はユーザビリティに影響を与える認知的問題を解明する上で有用であると考えられる。

### 1.3 目的

上記のように、ハイテク家電は一般的に高齢者にとっては使いづらいとされているが、何が特に問題

であるのかは明らかになっていない部分も多い。そこで、本研究では炊飯器を例に、これを使用する際の高齢者の認知的側面における問題を明らかにすることを目的とした。これにあたり行動分析、眼球運動計測、生体信号計測、インタビューを組み合わせ、タスク遂行において「何を見て」「どう考え」「どう行動したか」、さらにエラーを起こした際にはそれを「どの程度ストレスとして感じたか」を分析した点に本研究の新規性がある。

なお、このような製品は継続して使用することにより学習効果も見込めるが、本研究では先に指摘した「うまく使えないから使わない」という最初のハードルを越えるための手がかりを得るべく、初見時に焦点を当てた。

## 2 実験方法

### 2.1 被験者

59歳から71歳の7名の被験者が本実験に参加した (男性4名、女性3名)。うち2名のデータは分析に必要な十分な精度が得られなかったため、残りの5名分のデータを分析対象とした。

### 2.2 刺激と装置

市販されている5つの炊飯器のインターフェイスを17インチのタッチパネルディスプレイ (アイオーデータ LCD-AD171F-T) 上に再現し、刺激とした。刺激を炊飯器としたのは、高齢者にとっても比較的なじみがあり「自分には必要ない」と考える人が少ないと考えたためである。実験計画時点で販売されていた各メーカーの最新の炊飯器のインターフェイスを比較し、メニューボタンと時刻設定ボタンの構成が異なる5つのインターフェイスを刺激として選出した。認知的側面に関する分析を行うため、いずれのインターフェイスも同じフォントと色の組み合わせで作成し、知覚面で差が出ないように配慮した。また、見づらい・読みづらいという知覚面での問題が生じないように、実験に用いるインターフェイスのサイズは実際の一般的な炊飯器のインターフェイスと比べ大きめ (ボタン、ディスプレイを含めた領域の横幅が最大で33cm) とした。

表1に各刺激の内容を示す。米を炊くためのメニューボタンは、米の種類や炊きあがり具合を個別のボタンに割り当てているものもあれば、それらの組み合わせを1つのボタンに集約しているものもあった。また、炊き込みご飯やおかゆなどのメニュー

もすべての炊飯器で提供されていたが、それらのメニューがどのボタンに割り当てられているかはインターフェイスにより異なっていた。一部の刺激はさらに他の調理メニューも含んでいた。

表1 刺激一覧

刺激	全体	ボタンの説明
A		(1)(2)(3) メニューボタン (1) 白米・玄米のいずれかを選択 (2) ふつう・かため・やわらかより選択 (3) (通常炊飯)・炊き込み・おかゆより選択 (4) タイマー予約スタートボタン (5)(6) 時刻設定ボタン (5) 時刻を戻す (6) 時刻を進める (7) タイマー予約完了ボタン
B		(1)(2)(3) メニューボタン (1) 白米・早炊き・玄米・おかゆ・炊き込みから選択 (2) 簡単調理メニュー (米以外) (3) ふつう・かため・やわらかめから選択 (4) タイマー予約スタートボタン/ タイマー予約完了ボタン (5)(6) 時刻設定ボタン いずれも押すと時刻が進む
C		(1)(2)(3) メニューボタン (1) 白米・玄米・おかゆ・炊き込みから選択 (2) 標準・かため・やわらかめから選択 (3) パン焼き・調理メニューから選択 (4) タイマー予約スタートボタン (5)(6) 時刻設定ボタン いずれも押すと時刻が進む (7) タイマー予約完了ボタン
D		(1)(2)(3) メニューボタン (1) 発芽玄米・豆腐・ヨーグルト・温泉卵より選択 (2) ふつう・やわらかめ・かため・白米急速・炊き込み・おかゆ・玄米より選択 (3) 無洗米の炊飯 (4) タイマー予約スタートボタン (5)(6) 時刻設定ボタン (5) 時刻を戻す (6) 時刻を進める (7) タイマー予約完了ボタン
E		(1) メニューボタン 白米・白米かため・白米やわらかめ・早炊き・玄米・おかゆ・炊き込みから選択 (2) タイマー予約スタートボタン (3)(4) 時刻設定ボタン いずれも押すと時刻が進む (5) タイマー予約完了ボタン

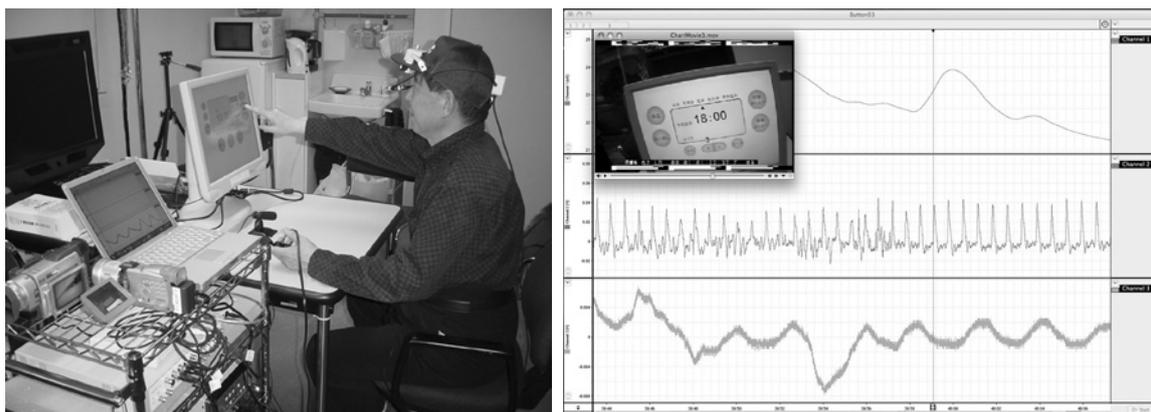


図1 実験の様子(左)と記録したデータの例  
(右、上から皮膚電気活動、脈拍、呼吸のデータを表す。左上のウィンドウ内に映っているのは眼球運動の記録映像である)

実験の様子を図1に示す。被験者の眼球運動は眼球運動計測装置 EMR-8B (ナックイメージテクノロジー社製) により計測した。データのサンプリング周波数は 30Hz、データ解像度は視角 0.1 度以下であった。生体信号計測には PowerLab システム (AD Instruments 社製) と本システム専用のアプリケーションソフトウェア Chart を利用した。計測したのは脈拍、呼吸、皮膚電気活動であり、脈拍の計測にはパルストランスデューサー (MLT1010)、呼吸の計測にはピエゾ呼吸ピックアップ (MLT1132)、皮膚電気活動の計測には GSR (Galvanic Skin Response) フィンガー電極 (MLT116F) と GSR アンプ (ML116) をそれぞれ用いた。データサンプリングレートは 1000Hz とした。眼球運動の記録映像と生体信号データはビデオキャプチャモジュールにより Chart システムで同期し記録した。被験者の行動と発話はビデオカメラにより記録した。

### 2.3 手続き

被験者に実験内容を説明し、各種データの記録等に関して同意を得た後、眼球運動測定装置と生体信号測定装置のキャリブレーションを行った。続いて炊飯器のインターフェイスをタッチパネル上に提示し、まずこれを用いて指示されたメニューを選択するよう教示を与えた。選択するメニューはいずれも米の調理メニューとした。メニュー選択が完了した後、指示された時刻に炊き上がるようタイマー予約

をするように教示を与えた。炊き上がり時間は試行ごとに異なる時刻とした。被験者が上記課題を遂行している間の行動、眼球運動、生体信号は 2.2 に示した装置を用いて記録し、1 試行毎に課題遂行においてどのような問題があったかをインタビューにより訊ねた。いずれの被験者も 5 試行行ったが、刺激の提示順は被験者により変更した。

## 3 結果

### 3.1 タスク遂行にかかった時間と操作回数

図2に示したように、1つの調理メニューを選択するのにかかる時間は平均で 10 ~ 30 秒であった。また、タイマーをセットするのにかかる時間はさらに長く、最短で 13 秒であったものの、最長の場合は 2 分以上かかった。特に刺激 A は平均所要時間がもっとも長かった。分散分析により、これらの所要時間は刺激により有意に異なることが示された (メニュー選択:  $p < .01$ 、タイマー選択:  $p < .05$ )。

タスク遂行にかかる時間は必要とされる操作の数に左右されるため、各課題を遂行するのに必要な操作数と実際に観察された操作数を比較した (図3)。刺激 B と E に関しては、余計な操作はあまり観察されなかったのに対し、刺激 A、C、D については必要最低限よりもはるかに多くの操作が行われていた。特に刺激 A においてはタイマーをセットするのに 5 回操作をすればよいにもかかわらず、実際には平均で 16 回の操作が行われていた。

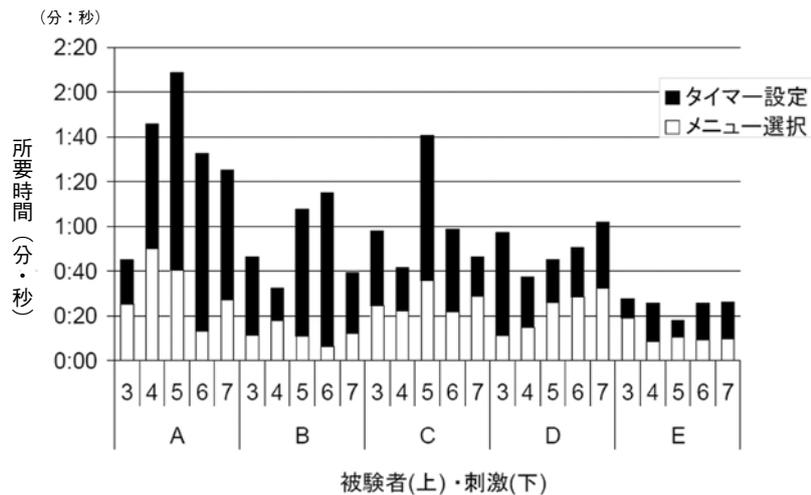


図2 タスク遂行の所要時間

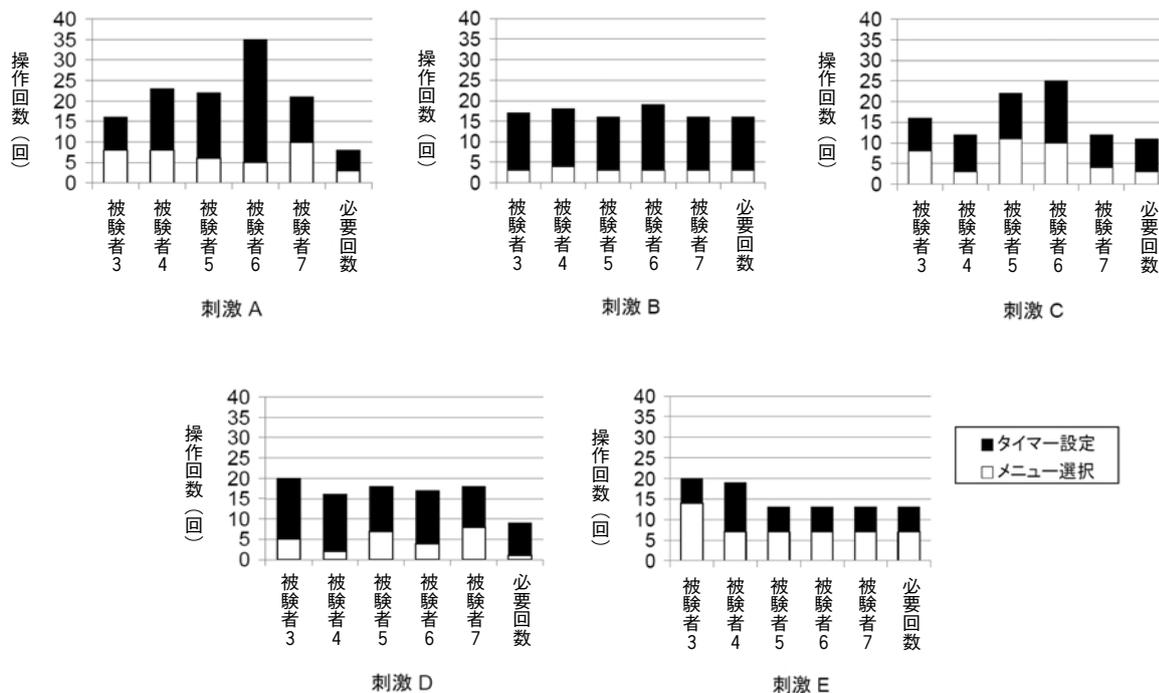


図3 タスク遂行に要した操作の回数

### 3.2 観察されたエラー行動とその際の眼球運動

上記図3のように余計な操作をするに至った原因を解明するため、行動データならびに眼球運動データを分析した。眼球運動データの分析にあたっては、各刺激において興味領域 (Areas of interests:

AOI) を定義し、フレームごとにどの AOI が注視されていたかを同定した。全般的には、操作を始める前はその操作に必要なと思われるボタンを見比べ、必要なボタンを決めて操作を始めた段階でそのフィードバックが得られるディスプレイ上に視線

を移す被験者がほとんどであった。思っていたものと違うフィードバックが得られたときには、目的どおりのフィードバックを得るためのボタンを探すべく、再度ボタンに視線を向けるケースが多かった。

観察されたエラー行動はいくつかに分類されるが、最初に観察されたのは誤ったメニューボタンの選択であった。図4に示したタスク遂行中の注視割合を見ると、刺激B、C、Dにおいてはタスクを遂行するのに選択すべきメニューボタンだけでなくそれ以外のメニューボタンを見ている割合が高いことがわかる。刺激Bの「炊飯メニュー」と「簡単メニュー」ボタン、刺激Cの「メニュー」と「コース」ボタン、刺激Dの「健康メニュー」と「炊飯メニュー」はいずれも似通っており、多くの被験者がこれらのボタンを何回も見比べている様子が眼球運動データにより示された。誤ったボタンを選択した後は、正しいボタンを選択するまでにさらに操作と時間を要していたが、その際もまたすべてのメニュー選択にかかわると思われるボタンが見比べられていた。刺激Aにおいては選択すべきメニューボタン以外のその他のメニューボタンへの注視割合は低く、メニューボタンが1つしかない刺激Eにおいてはメニューボタンに対する注視割合自体が他よりも低かった。

メニューボタンを選択したあとにもエラーが観察された。ボタンを何回か押して指示されたメニューを選択する際、ボタンを押しすぎて指示されたメニューを通り過ぎてしまうケースがあった。このようなエラーを起こした際の眼球運動データを見ると、被験者はほとんどのケースでディスプレイを注視していた。本実験で用いたタッチパネルディスプレイに触覚的なフィードバックがないこともボタンを押しすぎてしまった一因であると考えられるが、その場合はむしろ1回1回ボタンをしっかりと力を入れて押すことが予想される。本実験ではそれほど力を入れずにリズムカルにボタンを押していたことから、ボタンを調子よく押し続け、ディスプレイ上の変化に気づいても指はそのままの勢いでボタンを押してしまったものと推測される。

炊き上がり時刻をセットする際のエラーは刺激AとDで多く見られた。これらの刺激ではいずれも時刻をセットするのに「▼」と「▲」というラベルのついたボタンを使うが、どちらのボタンで時刻を進めどちらのボタンで時刻を戻すのかは2つの刺激で一致していなかったことから、刺激Aでは3名の被験者が最初に間違ったボタンを押し、残り2名は最初に正しいボタンを押したものの、そのあとに間違ったボタンを押していた。刺激Dでは2人の

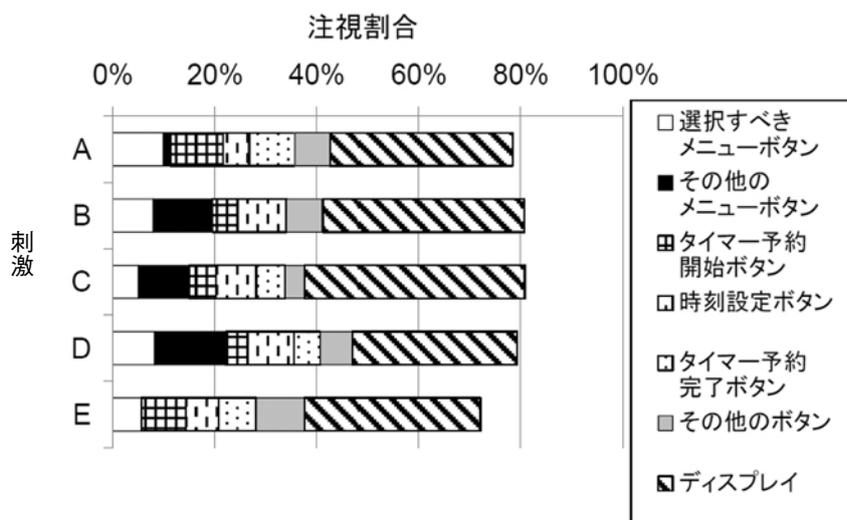


図4 タスク遂行中のAOI別注視割合

被験者が間違っただボタンを選んだ。しかしメニューボタンの選択の場合と異なり、最初にボタンを押すまでに両方のボタンを見比べる様子はあまり見られず、図4に示したように、時刻設定ボタンに対する注視割合そのものはボタンのラベルが「時」「分」となっている刺激B, C, Eと変わりなかった。

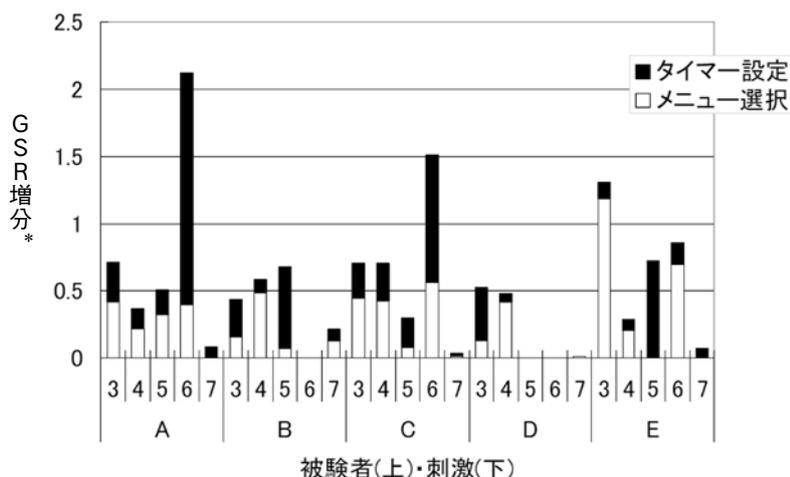
タイマー予約はすべての刺激で時刻を設定した後決まったボタンを押すことで完了するようになっていたが、特に最初の試行では時刻を合わせ終わった段階で予約が完了したと答えた被験者が多かった。予約を完了するためにはもう1つボタンを押さなければいけないという指示を受けたあとで、被験者はそのボタンを探していたが、その際には実際に予約を完了するための「炊飯」ボタン(刺激Bを除く)に加え予約ボタンがよく見られていた。また、刺激Bについては「予約」ボタンによりタイマー予約を完了するようになっていたが、他の炊飯器同様「炊飯」ボタンを探して押す被験者が2名いた。

### 3.3 生体信号データと行動の関係

上記のようなエラーを犯した際、被験者はそのエラーによりどの程度ストレスを感じていたのかを客観的かつ定量的に評価するため、脈拍・呼吸・皮膚電気活動を計測・分析した。脈拍と呼吸のデータは1分あたりの回数に換算し比較したが、短時間で

は顕著な変化が見られなかった上、試行間で比較しても有意差は見られなかった。脈拍については被験者がセンサを装着した指を机にぶつけてしまうなどにより、呼吸については発話の影響でノイズがのっている部分があったことが、その一因であると考えられる。一方、皮膚電気活動 (Galvanic Skin Response: GSR) はタスク遂行中に急激に変化する場面が多く見られた。そこでGSRをストレスの指標として詳細に分析した。

刺激別・被験者別のGSRの増分を図5に示す。刺激Aの被験者6や刺激Cの被験者6、刺激Eの被験者3のように、図3に示されたタスク遂行に要した操作の回数が特に多い場合にGSRの増分も大きくなる傾向はあるものの、全般的には被験者・刺激によるばらつきが大きい。そこで、すべての試行においてGSRが増加した際の被験者の行動を抽出した。顕著であったのは刺激Bの「炊飯メニュー」と「簡単メニュー」や、刺激Cの「メニュー」「炊きわけ」「コース」など、複数のメニューボタンを見比べる際であった。タイマー予約を開始する際も複数の刺激で「予約」ボタンと「炊飯」ボタンを見比べる際にGSRが増加していた。すなわち、どのボタンを押したらよいかわからず迷っている状態でストレスを感じていたことがわかる。また、ボタンを押した結果のフィードバックが期待と異なってい



\* 被験者ごとに観測されたGSRの増分をGSRの最大値と最小値の差で割ったもの

図5 刺激別・被験者別のGSRの増分

た場合、もしくはフィードバックがなかった場合も GSR は上昇していた。刺激 C で「コース」ボタンを押しても炊飯メニューは現れず、パン焼きなどのメニューが出てきた場合や、刺激 A や D の時刻設定用の三角印のついたボタンを押したら時間が思っている方向とは逆に変化した場合がその例として挙げられる。これらの現象が期待と異なっていたことは、「自分が思っていたのとは違った」という被験者のコメントからも明らかである。フィードバックの欠如により GSR が上昇した例はタイマー予約の開始時に見られた。タイマーをセットするには「予約」もしくは「かんたん予約」ボタンを押す必要があったが、時間を設定するボタンを最初に触り、そこでディスプレイの表示が変化しない、すなわちフィードバックがないということに初めて気づく被験者が複数見られた。ボタンを連続して押す場合に押し過ぎてしまい、その結果目的のメニューや時間を通り越してしまうケースでは被験者がそのことに気づいた時、GSR の上昇が見られた。また、繰り返しボタンを押している間や 1 回ボタンを押した後にも、GSR の増加がしばしば観測された。

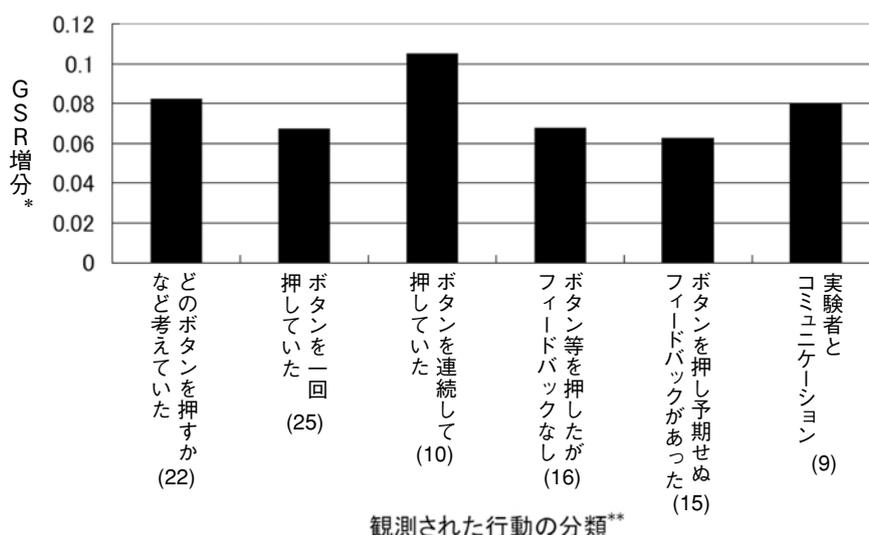
これらの行動パターンごとの GSR の増分を図 6 に示す。ボタンを連続して押していた場合と予期せぬ

フィードバックがあった場合にはそれぞれ他に比べ大幅な GSR の上昇が含まれていたため、平均値で見ると他よりも大きな値となっているが、観測された行動による GSR の増分の差は有意ではないことが分散分析により示された。

## 4 考察

### 4.1 高齢利用者にとっての問題点

結果に示したように、タスク遂行においては多くのエラーが観測された。これらのエラーが生じた原因としてまず挙げられるのが、各種機能のボタンへの割り当てとネーミングである。今回実験刺激として取り上げた炊飯器インターフェイスではさまざまな炊飯方法に加え、米以外の調理メニューも提供されていたが、このような多機能の家電の場合に問題となるのは、各機能をどのボタンに割り当てるのかということである。この実験では 4 つの刺激において 3 つメニューボタンが設定されていたが、表 1 に示したように、ある刺激では米の種類、炊き上がりのかたさ、炊飯メニューを、別の刺激では炊飯メニュー、炊き上がりのかたさ、米以外の調理メニューをそれぞれ個々のボタンに割り当てていたというように、機能の割り当て方が異なっていた。これらの



\* 被験者ごとに観測された GSR の増分を GSR の最大値と最小値の差で割ったもの

\*\* 行動の分類の後のカッコ内の数字は観測数を表す

図 6 被験者の行動パターン別の GSR の増分

機能の割り当ての相違に加え、ボタンのネーミングも刺激により異なったり、同じネーミングであってもその内容が異なっていた。特に、「メニュー」と「コース」のように類似したネーミングのボタンは区別するのが難しく、「簡単メニュー」や「健康メニュー」のようなネーミングに関しては、どのようなメニューがその中に含まれているのか想像しづらいという発話があった。

これらのボタンのデザインにより被験者が混乱したことは、複数のメニューボタンを含む刺激におけるエラーの回数をはじめ、複数のボタンを繰り返し見比べる眼球運動の様子や、GSRの上昇より明らかである。また、ボタンを選択し押した後でもGSRの上昇が見られたということは、選んだボタンが目的に合っているのかどうか確信を持っていない様子を示しているものと推測される。唯一メニューボタンが1つだった刺激Eではメニューを選ぶ際のエラーはメニューボタンを連続して押し続け選択すべきメニューを通り過ぎてしまったケースのみであり、メニューボタンに対する注視割合も他の刺激より低く迷いがなかったことを表している。

2番目の問題点はタイマー予約関連のボタンについているラベルの解釈にかかわるものであった。刺激AとDの時刻設定ボタンは三角印のついているものであったが、これらの三角の向きと時間が進む向きの関係は2つの刺激間で異なっていた。このような一貫性の問題に加え、三角形の解釈そのものも問題であった。一般的に表示器においては上向き・右向きは上昇や増加を、下向き・左向きは下降や減少を意味しており、これに対応する操作器が上下に動くレバーである場合は、そのレバーを上へ動かせば指針が上昇し値が増加、下へ動かせば指針が下降し値が減少すると解釈する傾向が強い(野呂、1990)。これに倣うと、上向きの三角形▲は時刻を「進める」、下向きの三角形▼は時刻を「戻す」と解釈できる。しかし一方、歴史年表やフローチャートでは、過去から未来への時間の流れを垂直方向に表す場合上から下に向かって時代や時間が「進む」よう表現している。このことを考慮すると、上向きの三角形▲は「戻す」、下向きの三角形▼は「進む」

と解釈することも可能である。刺激Dにおいては2つのボタンが左右に並んでおり前者の解釈が、刺激Aにおいては2つのボタンが垂直に並んでおり後者の解釈があてはまっていたが、いずれの場合も決定的な解釈をするのは被験者にとって困難であった。そのため時刻設定の際に思っていた方向とは逆に動かしてしまい、もう1つのボタンを使って時刻設定を続けるというケースが多く見られた。その際GSRが上昇している被験者も見られたが、これはボタンのラベルの意味解釈がうまくいかず、ストレスを感じていたことを意味していると考えられる。上記以外の刺激においては時刻設定ボタンは「時」「分」の2つであり、それぞれ「何時」「何分」に設定するためのものであるということが明白であったため、特に混乱は見られなかった。

なお本研究では生体信号計測を元に、どのようなエラーが特に高齢者にとって大きなストレスとなるのかを検証したが、特定のタイプのエラーが特に大きなストレスに繋がるという傾向は見られなかった。個別のケースを見ていくと、ある被験者は複数のボタンから1つのボタンを選択する際にGSRが大きく上昇し、ストレスを感じている様子が見て取れた。別の被験者ではボタンを押してから出てきたメニューを見ている際にGSRが上昇し、得られたフィードバックに対して何らかのストレスを感じていることが示された。いずれの場合も被験者が持っているメンタルモデルと実際の刺激インターフェイスとの相違がこのようなストレスをもたらしたものと推測されるが、そのずれは被験者によっても、また刺激によっても異なる。したがって、どのようなエラーがより大きなストレスとなるのか、その一般的な傾向を明らかにするためには、今後被験者を増やして検討する必要があると考えられる。

#### 4.2 家電インターフェイスの設計に関する提案に向けて

本実験の結果は、高齢のユーザが炊飯器の各種機能を使いこなすことができるよう、2つの側面から十分な情報を提供する必要があるということを示唆している。まず各種メニューや機能は論理的に振り分け、各ボタンに割り当てることが必要である。次

に、ボタンのラベルは自明であり、お互いを識別しやすく、その機能がわかるようになっていなければならない。ボタンのネーミングは機能の振り分け方と密接にかかわっているが、メニューが適切にグループ化されているならば、ネーミングは容易にできるはずである。さらに、各炊飯器で提供している機能は共通するものも多かったことから、各ボタンへの機能の割り当てやネーミングも共通のものとするれば混乱は避けることができると考えられる。「簡単メニューというのは今までになかった」という被験者の発言がそのことを象徴している。

また一方で、今回の刺激で提供されていたような機能すべてが本当に必要とされているのか、という疑問も残る。インタビューにおいては、被験者はいずれも普段は白米の炊飯などごく限られたものしか使っておらず、中にはタイマー予約すら使っていない被験者もいるということが明らかになった。したがって、高齢者のみを対象としたユーザインターフェイスを設計するのであれば、高齢者のニーズをきちんと調べ、不必要な機能がないか、あるとすればそれはどの機能であるかを見極める必要がある。機能の簡素化はメニュー構造の簡素化にもつながる。刺激Eのようにすべてのメニューを1つのボタンに統合するというのは機能の割り当ての問題の1つの解決策であるが、その際含まれる機能の数も限られていればわかりやすさはなお向上し、認知的負担は軽減すると考えられる。

本実験では炊飯器を例として取り上げたが、上記のような示唆が他の家電にも当てはまるかどうかは今後同様の実験を通じ検討すべき課題である。具体的な設計提案に向け、さらにどのようにしたら使いやすくなるかといった点についても詳細にインタビューを行い、課題の抽出、仮説の構築とその検証を進めていく。

#### 4.3 本実験の制約と今後の展開

本実験はタッチパネルディスプレイを用いたシミュレーションによるものであったため、本来のディスプレイにあたる部分とボタンにあたる部分と同じディスプレイ上に表示せざるを得なかった。ボ

タン部分は陰影をつけて操作可能であることを明示するとともに、被験者にもその部分のみ操作可能であることを教示により知らせたが、実験中は操作不可能な部分をタッチする被験者も見られた。したがって、実際の炊飯器のインターフェイスにより近いものを利用し、現実感をもったシミュレーションを行う必要がある。一方で、タッチパネルで操作不可能な部分をタッチしてしまう被験者が見られたという事実は、タッチパネルを利用したインターフェイスのデザインに示唆を与えるものでもある。すなわち、タッチできる場所とそうでない場所は本実験の刺激以上に明確に識別できるようにしなければならない。

また、本実験では被験者の数が少なかったが、これは眼球運動と3種類の生体信号計測を組み合わせた実験の負担感を実際よりも大きく予想した高齢者が多く、実験協力につながるケースが少なかったためである。「実験」という言葉は高齢者には難しいもの、自分とは関係のないものと捉えられてしまいがちであるため、できるだけ「実験」という言葉やその他専門用語を使わず、一般的に用いられる平易な言葉により協力依頼内容を正確に伝える努力が必要である。今後は若年者との比較も行い、年齢による有意差を明確化したい。

## 5 結論

本実験ではハイテク炊飯器のユーザインターフェイスをシミュレートしたものをを用い、これを操作する高齢の被験者の行動分析、眼球運動計測、生体信号計測、インタビューを行った。GSRをストレスの指標として分析した結果、高齢のユーザは多機能であること自体よりも、それらの複数の操作ボタンへの割り当てやボタンのネーミングによって混乱することを示した。したがってFreudenthal(1999)なども指摘しているように、各種機能のボタンへの割り当ては明快なものであり、個々のボタンのネーミングはわかりやすく誤解のない、識別が容易な名称であることが望ましい。また、機能の割り当てやネーミングを各炊飯器で共通としたり、ニーズに基づいて機能を簡素化すれば、認知的負担を軽減させることが可能となるとの示唆が得られた。

## 謝辞

本研究は私大高度化事業 e-ケア HRC の補助を得て行われた。この場を借りて感謝申し上げる。

## 参考文献

- 経済産業省商務情報政策局「シニア産業機器の振興に向けた産業基盤調査報告書」、『熟年・シニアの暮らしと生活意識データ集 2006 年版』、生活情報センター、2006 年、pp.263-279。
- 福田 亮子「血圧計に関する高齢者のニーズおよび使用時の問題点の解明：眼球運動計測・行動分析・主観評価に基づく分析」、『感性工学研究論文集』、9(1)、2008 年、pp.19-24。
- 野呂 影勇（編）『図説エルゴノミクス』、第 1 版、日本規格協会、1990 年、p.666。
- Czaja, S. J., Charness, N., Fisk, A. D., Hertzog, C., Nair, S. N., Rogers, W. A., Sharit, J. “Factors predicting the use of technology: findings from the Center for Research and Education on Aging and Technology Enhancement (CREATE)”, *Psychology and Aging*, 21, 2006, pp.333-352.
- Fisk, A. D., Rogers, W. A., Charness, N., Czaja, S. J., Sharit, J. *Designing for older adults*, Boca Raton, CRC Press, 2009, p.277.
- Freudenthal, A. *The design of home appliances for young and old consumers*, Delft, Delft University Press, 1999, p.280.
- Fukuda, R., Bubb, H. “Eye tracking study on Web-use: Comparison between younger and elderly users in case of search task with electronic timetable service”, *PsychNology Journal*, 1(3), 2003, pp.202-228.
- Jacob, R. J. K., Karn, K. S. “Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises,” In Hyönä, J., Radach, R., Deubel, H. (eds.), *The Mind's Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research*, Oxford, Elsevier Science BV, 2003, pp.573-605.
- Lin, T., Imamiya, A., Omata, M., Hu, W. “An empirical study of relationships between traditional usability indexes and physiological data”, *Australasian Journal of Information Systems*, 13, 2006, pp.105-117.
- Stanton, N. A. “Behavioral and cognitive methods”, In: Stanton, N. A., Hedge, A., Brookhuis, K., Salas, E., Hendrick, H. W. (eds.) *Handbook of human factors and ergonomics methods*, Boca Raton, CRC Press, 2005, pp.27-1-27-8.
- Thüring, M., Mahlke, S. “Usability, aesthetics and emotions in human-technology interaction”, *International Journal of Psychology*, 42, 2007, pp.253-264.
- Wahl, H.-W., Mollenkopf, H. “Impact of everyday technology in the home environment on older adults' quality of life,” In Charness, N., Schaie, K. W. (eds.), *Impact of technology on successful aging*, New York, Springer Publishing Company, 2003, pp. 215-241.
- Ward, R. D., Marsden, P. H. “Physiological responses to different WEB page designs”, *International Journal of Human-Computer Studies*, 59, 2003, pp.199-212.

[2009. 6. 30 受理]

[2009.10.15 採録]