

高齢者の認知特性に適合した Web インタフェースの デザインに関する研究(2)

— 検証：高齢者の認知機能が Web 操作に及ぼす影響 —

鈴木 義章^{*1} 本宮 志江^{*1} 原 有希^{*1}
須藤 智^{*2} 佐藤 稔久^{*2} 熊田 孝恒^{*2} 北島 宗雄^{*2}

Web Interface Design based on Elderly User's Cognitive Characteristics (2)-Experimental Reports of Influence of Elderly User's Cognitive Performance on Web Usability-

Yoshiaki Suzuki^{*1}, Yukie Motomiya^{*1}, Yuuki Hara^{*1}
Satoru Suto^{*2}, Toshihisa Sato^{*2}, Takatsune Kumada^{*2} and Muneo Kitajima^{*2}

Abstract—We performed a usability test with elderly people who were grouped by cognitive aging with the aim of investigating the relations between cognitive aging and difficulty of using web sites. By analyzing the operation times and eye movements, we found characteristic behaviors of the low level cognitive aging groups.

Keywords: elderly people, cognitive aging, usability

1. はじめに

高齢者の認知機能低下と Web 操作における特徴との関係を示すモデル(須藤ら,2009^[3])が提案された。本研究の目的は、そのモデルの検証を行うことである。

Web サイトは次のような特徴を持つ。1)同一のサイトであってもそこを訪れるユーザの目的は様々である、2)ユーザの Web サイトとのインタラクションの仕方は様々である、3) 画面デザインの自由度が高いために、同じ目的を持ったサイトであってもレイアウトは様々である。

このような特徴はこれまでの情報機器にはない。Web サイトは情報ツールの一つとして考えることができるが、従来の情報機器にはない特性を備えた新奇的な情報ツールと見なすことができる。高齢者は様々な仕方で認知機能が低下するが、それが Web サイトの操作にどのように影響するかを把握することは、今後新たに登場する情報機器のインタフェースデザインを高齢者にも適応した形で検討する上で、有意義な示唆を与えると期待される。

2. 研究方法

2.1 スクリーニング

本実験は、操作実験に参加する参加者を選出するスクリーニング検査と操作実験の2ブロックで構成された。スクリーニング検査には、都内シルバー人材センターに所属する高齢者 159 名が参加した。スクリーニング検査

では、AIST 式認知的加齢検査が実施された。AIST 式認知的加齢検査は高齢者の認知機能低下のパターンを測定する検査である(熊田ら,2005^[1])。参加者は、検査の3項目(作業記憶検査、注意機能検査、遂行機能検査)の成績にもとづき分類され、全機能高群、作業記憶機能低下群、注意機能低下群、遂行機能低下群の4群に分けられ操作実験の候補者とされた。

2.2 操作実験参加者

各認知機能低下群には、当該認知機能の課題得点が30パーセント以下、それ以外の認知機能に関する課題得点が50パーセント以上の参加者が分類された。高機能群には、すべての項目の成績が50パーセント以上の参加者が分類された。各群の中から4名が選出され、合計16名が、操作実験に参加した。

2.3 Web サイト(実験サイト)の概要

実験に用いるサイトとしてサイトAを作成した。これは結婚式、食事、宴会ができる客船を運営している会社の Web サイトとして作成した仮想のサイトである。3列のカラムで構成され、左カラムにはテキストリンクを用いたメニューが表示されていた。中央部には、操作するオブジェクトが表示されていた。右カラムには、広告イメージが表示されていた。

参加者には、「ある日時のディナークルーズを予約する」というタスクを課した。操作手順の詳細は表1に示した。

*1: (株)日立製作所デザイン本部ユーザエクスペリエンスリサーチセンター

*2: (独)産業技術総合研究所 人間福祉医工学研究部門

*1: User Experience Research Department, Design Division, Hitachi Ltd.

*2: Institute for Human Science and Biomedical Engineering, National Institute of Advanced Industrial Science and Technology (AIST)

表1 サイトAの課題内容
Table 1 Task of Site A.

課題	操作の概略
①目的の予約コーナーに入る	テキストリンクのクリック
②コースを選ぶ	ドロップダウンリストから「お台場レインボーコース」を選ぶ、ドロップダウンリスト隣の「表示」ボタンを押す。
③空席情報を表示する。	「空席情報を表示する」イメージボタンを押す。
④日にちを選ぶ	3月21日の行にある「選択」ボタンを押す。
⑤予約する	「予約する」ボタンを押す。

3. 分析の方法

画面上のオブジェクトを操作するまでの時間を2つのフェーズに分けて分析を行った。第1フェーズは、画面表示からオブジェクトに初めて100msec以上の注視が開始されるまでの時間(探索時間)、第2フェーズは、オブジェクトへの注視があつてからクリックするまでの時間(操作時間)であった。オブジェクトに対する操作に要する時間を2つのフェーズに分割する理由は、操作時の情報探索行動と、情報を得た後の操作行動に対する各認知機能低下の影響をそれぞれ別に検討するためである。

4. テキストリンクが高齢者の操作へ与える影響

4.1 探索・照合が困難

まずテキストリンクの探索時間の分析を行った。図1はサイトAの1ページ目でテキストリンクの探索時間を比較したものである。比較の結果、注意機能低下群と作業記憶機能低下群で、テキストリンクの探索時間が長いことが認められた。

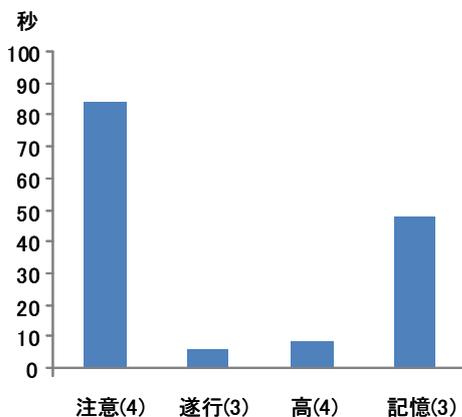


図1 テキストリンクの探索時間の中央値
Figure 1 Searching time of the text Link.

次に、テキストリンクの操作時間の分析を行った。図2にテキストリンクの操作時間の中央値を示した。これらの結果から、注意機能の低下はテキストリンクの探索

時間のみならず、テキストリンクの操作時間にも影響を与えてしまっていることが分かる。

注意機能低下群は目的のリンクが発見されてからも他のリンクと比較照合し、最も確からしいリンクだと確認するのに時間を要しているということが上記の結果の理由と推測できる。注意機能の低下が、Web画面上の情報抽出と情報の比較照合の両面で問題を生じさせている可能性がある。

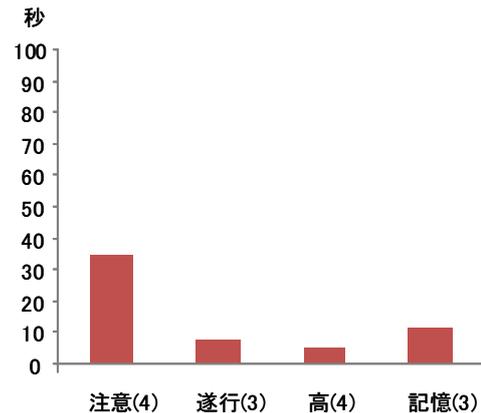


図2 テキストリンクの操作時間の中央値
Figure 2 Operating time of the text link.

5. ドロップダウンリストが高齢者の操作に与える影響

5.1 探索が容易

次に、ドロップダウンリスト(図3)の操作について分析した。探索時間の結果を図4に示した。

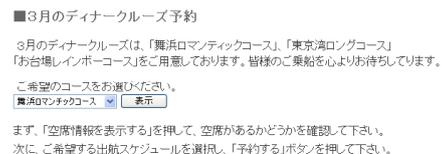


図3 サイトAのドロップダウンリスト
Figure 3 Dropdown list of site A.

探索時間においては各群に差が認められず、各群の中央値は30秒程度であった。

探索時間は、テキストリンクの際と同様に、注意機能低下群、作業記憶機能低下群で時間が掛かると予測したが、結果はその予測に反していた。注意機能低下群については以下の理由が考えられる。すなわち、テキストリンクは多くのテキストリンクに埋もれがちだった一方で、ドロップダウンリストはWeb画面中1個だけで際立っていた。そのため注意機能低下群にとっても見つけやすオブジェクトであったと考えられる。

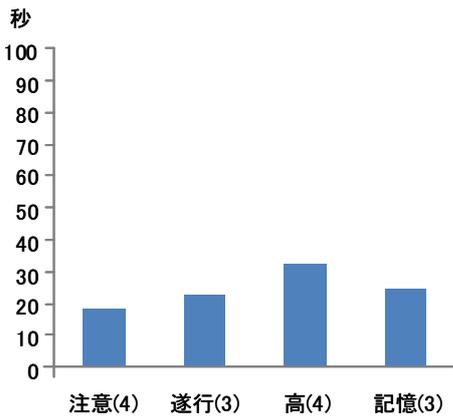


図4 ドロップダウンリストの探索時間の中央値 (括弧内の数字は、分析可能な視線データを得られた人数)

Figure 4 Searching time of the dropdown list.

5.2 操作の組み立てが困難

ドロップダウンリストの操作時間の中央値を図5に示した。ここでは、遂行機能低下群は他の群より操作時間が長いことが分かる。つまり、探索はできているがドロップダウンリストの操作に時間が掛かっていた。

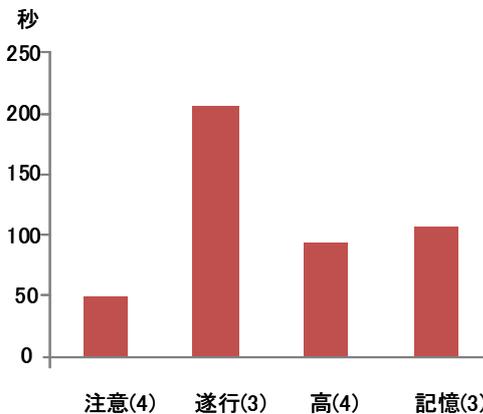


図5 ドロップダウンリストの操作時間の中央値 (括弧内の数字は、分析可能な視線データを得られた人数)

Figure 5 Operating time of the dropdown list.

ドロップダウンリストの操作では表示されたドロップダウンリストから目的の項目を選び、次にドロップダウンリスト横の「表示」ボタンを押して画面を遷移させる必要があった。そこで、ドロップダウン横の「表示」ボタンについて探索時間と操作時間を比較した。探索時間を図6に、操作時間を図7に示した。

ドロップダウンリストと同様に、ここでも、ボタンの探索時間に各群の差は認められないが、操作時間においては遂行機能低下群で操作時間が長くなることが認められた。

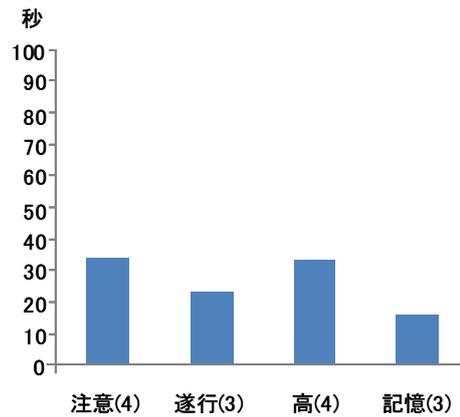


図6 「表示」ボタンの探索時間の中央値 (括弧内の数字は、分析可能な視線データを得られた人数)

Figure 6 Searching time of the “show” button.

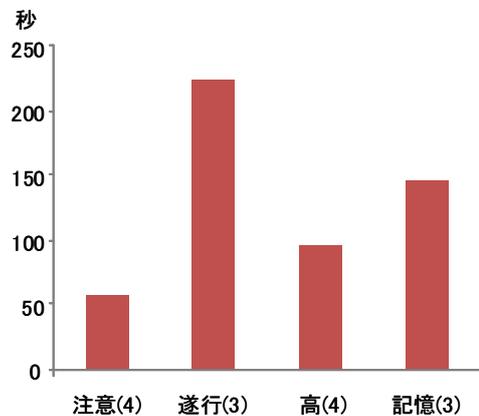


図7 「表示」ボタンの操作時間の中央値 (括弧内の数字は、分析可能な視線データを得られた人数)

Figure 7 Operating time of the “show” button.

ドロップダウンリストの操作においては「ドロップダウンリストから項目を選んでボタンを押す」という一連の操作を組み立てて行うことが求められる。遂行機能低下群でドロップダウンリストやドロップダウンの隣の「表示」ボタンの操作時間が長くなったのは、一連の操作方法を想起して組み立てることが困難だったためと考えられる。

ここで改めてウェブの特徴を考察する。サイトを訪れた人の目的は、人によって様々である。サイトを訪れた人はレイアウトや配置されているオブジェクトからサイトの特徴を読み取り、目的を達成するための操作方法を組み立てる必要がある。操作の組み立てや操作系列で問題が生じやすい遂行機能低下群にとって、操作系列の組み立てが必要となるWebの操作は難しいと考えられる。

遂行機能低下群がWeb操作で問題を生じやすい傾向があることは、操作エラーの分析により明確にすることができる。図8にエラー分析の結果を示した。課題遂行成

績を比較すると遂行機能低下群は操作ミスが一番多いことがわかる。

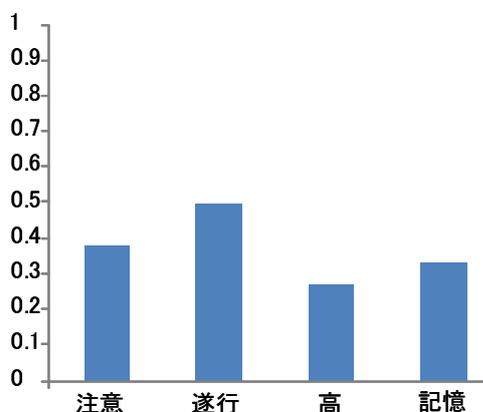


図8 操作ミス数 / 操作数

Figure 8 Ratio of mistakes per operations.

6. ボタンが高齢者の操作に与える影響

6.1 照合が困難

サイト A には「表示」ボタンの他に目的の日時を選択するために「選択」ボタンがあった。(図9) このボタンの操作について、探索時間、操作時間の比較を行った。結果を、図10、図11に示した。

	日にち	時間	空席情報
<input type="button" value="選択"/>	3月11日	17:00	
<input type="button" value="選択"/>	3月11日	18:00	
<input type="button" value="選択"/>	3月18日	17:00	
<input type="button" value="選択"/>	3月18日	18:00	
<input type="button" value="選択"/>	3月21日	17:00	
<input type="button" value="選択"/>	3月21日	18:00	
<input type="button" value="選択"/>	3月25日	17:00	

図9 「選択」ボタン

Figure 9 the “select” button

探索時間においては各群に違いが認められない。一方で操作時間においては注意機能低下群が他の群と比較してやや時間が掛かっている。

この理由を考察する。ボタンは比較的大きなオブジェクトでありドロップダウンリストと同様に比較的見つけやすい。しかし、図9に示したように「選択」ボタンは多数表示されており、実際に押そうとしているボタンが正しいボタンであるかどうかを判断するためには周囲のテキストを読み取る必要があった。このことにより、注意機能低下群はこの処理に他の群と比較して時間がかかっていたのではないかと推察される。

今回の実験サイトでは選択すべきオブジェクトに「選択」というラベルが付与されていたが、上記の考察によ

りラベルの有無が操作の遅れの原因ではないことが推察される。ラベルの付与されないチェックボックス、ラジオボタンにおいても同様な結果になることが推察される。

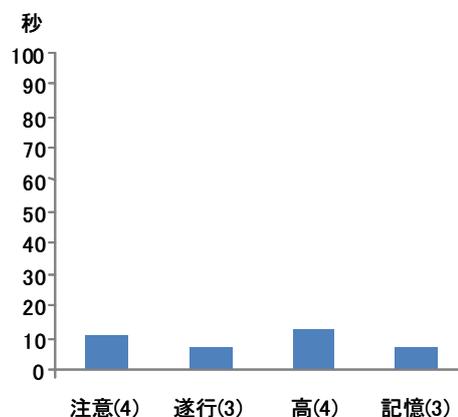


図10 「選択」ボタンの探索時間の中央値 (括弧内の数字は、分析可能な視線データを得られた人数)

Figure 10 Searching Time of “select” button.

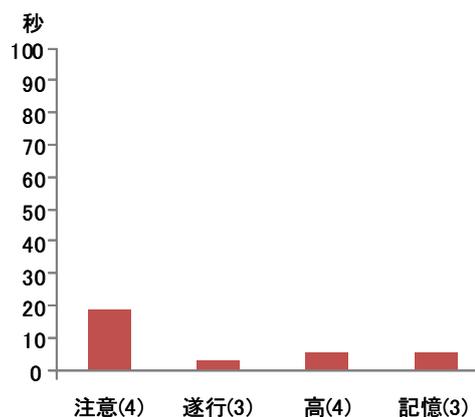


図11 「選択」ボタンの操作時間の中央値 (括弧内の数字は、分析可能な視線データを得られた人数)

Figure 11 Operating time of “select” button.

7. 実際のサイトでの観察

次に、実験サイト環境ではなく、実際のサイトを使って、認知機能の低下の影響を観察した。観察用のサイトとしてサイトBを用いた。サイトBは、動的サイトとして代表的なサイトであり、クライアント型のアプリケーション同様の操作性を提供できる。利便性が高く、今後増えていくものと思われる。このサイトは、以下の特徴を持つ。1) 高齢者にとってもニーズが高い、2) キーボード入力が必要となる、3) 入力に従い1画面内で画面の状態が動的に変わる。高齢者の認知的な機能低下と動的サイトにおける操作の関係性を明らかにすることは、今後、ますます重要になってくると考えられ、このサイ

トにおける高齢者の操作の様子を観察することによって、今後の研究に有用な知見が得られることが期待される。

7.1 サイトB

サイトBは検索サイトであり、検索キーワードを入力し始めると、入力文字に関連した検索キーワードが検索ボックスの下に候補として表示される。

本実験では、「新しい洗濯機を購入するために、洗濯機の評判や、人気のあるものはどれか、といった情報が載っているホームページを検索する」という状況を設定し、参加者に検索することを求めた。参加者は、キーボードを使って課題に対応したキーワードを自由に入力し検索操作を行った。

7.2 入力開始までの困難

この課題では、検索キーワードを検索ボックスに入力する必要があった。以下では、検索ボックスにキーボードで文字入力するまでの時間を比較する。この時間は、このサイトでの操作系列の組み立てを行っている時間と見なすことができる。分析の結果、図12に示した中央値が得られた。作業記憶機能低下群と遂行機能低下群で操作までの時間が長くなる傾向が認められた。

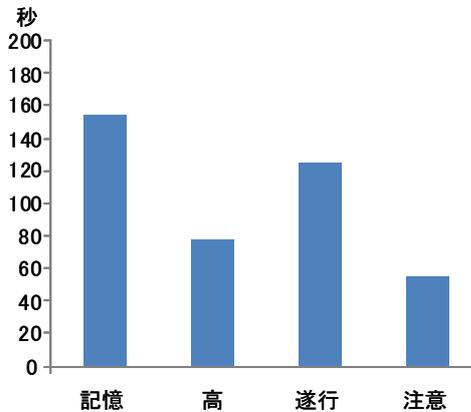


図12 検索ボックスにキーボードから文字入力するまでの時間の中央値

Figure 12 Time until keyboard inputs.

遂行機能低下群は、操作系列の組み立てで問題が生じたため時間が長くなったと解釈できる。

一方、作業記憶機能低下群の成績が悪いことについては、以下の2つの理由が考えられる。第1の理由は、課題の理解不足のため操作に時間が掛かったというものである。作業記憶機能は、文章理解のパフォーマンスに参与していることが報告されている。したがって、実験環境で課題を与えて操作を行わせる実験において、課題文を読んで操作目標を理解するという認知処理において問題が生じた可能性がある。もう1つの理由は、記憶保持に問題

があったというものである。検索ボックスに文字を入力するという作業は、想起した文字列を保持したまま作業を行う必要のある作業記憶機能を使う作業だったため、作業記憶機能の低下がそのプロセスを円滑に行うことを阻害した可能性がある。

7.3 入力中の困難

サイトBでは、キーボードで文字入力後、候補をマウスやカーソルで選択できる。このサイトを適切に使うためには、キーボードと画面の間のやりとりが必要となる。ここでは、そのやりとりと認知機能低下の関係を検討するために、入力開始後、画面に視線が戻るまでの時間の群間差を検討した。結果を図13に示した。中央値の各群の差において、注意機能低下群は他群よりも視線を戻すまでの時間が長くなる傾向が認められた。この結果からは、注意機能低下群は、画面とキーボード入力の間のやりとりで問題が生じている可能性が指摘できる。

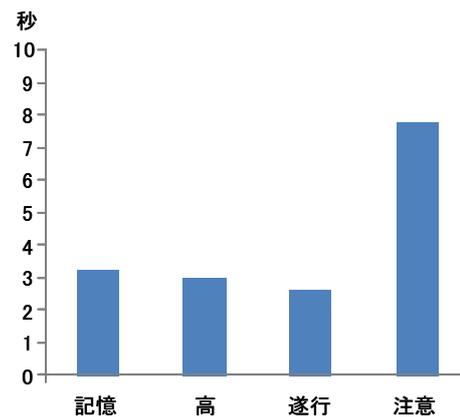


図13 キーボード入力後画面に視線が移動するまでの時間の中央値

Figure 13 Time between keyboard inputs and watching the screen.

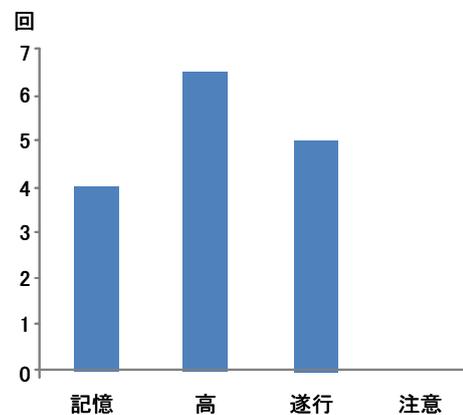


図14 キーボード入力中画面に視線を戻す回数の中央値

Figure 14 Number of times watching the screen.

表2 操作要素と認知機能のまとめ
Table 2 Operation and cognitive aging.

操作要素	Web サイトの要素	結果	考察
主目標から操作系列を組み立てる	Web サイトの操作全般	遂行機能低下群において操作ミスが多かった。	サイトの特徴を読み取り、目的を達成するための操作方法を組み立てる必要がある Web の操作は遂行機能低下群にとって難しい。
副(下位)目標から操作系列を組み立てる	ドロップダウンリスト	遂行機能低下群において操作時間に遅延が見られた。	ドロップダウンリストのような操作の組み立てが必要なオブジェクトの操作は遂行機能低下群にとって難しい。
操作対象オブジェクトの探索・照合	テキストリンク	注意機能低下群において探索時間に遅延が見られた。	テキストリンクのように他の要素の中に埋もれてしまうオブジェクトは注意機能低下群にとって見つけるのが難しい。
	ボタン	注意機能低下群において操作時間に遅延が見られた。	テキストリンクのように他の要素の中に埋もれてしまうオブジェクトは注意機能低下群にとって比較照合が難しい。
操作系列の実行	テキストボックス	作業記憶機能低下群において文字列を入力するまでの時間に遅延が見られた。	テキストボックスのように入力すべき情報を保持しながら操作が必要となるオブジェクトでは、作業記憶機能低下群にとって操作が難しい。
マウス・キーボードの操作	テキストボックス	注意機能低下群において画面に視線を戻さないことが見られた。	テキストボックスのようにキーボード入力が必要とするオブジェクトは、注意機能低下群において画面とキーボードの入力情報の比較照合が難しい。

次に、キーボードで文字入力をしている間に、画面から情報抽出する回数を検討した。結果を図14に示した。注意機能低下群は画面への注視が無かったが、他群では画面を4回程度見ることが示された。

以上の結果から、注意機能低下群はキーボード入力中はキーボードへ視線を移し、ほとんど画面を見ないことが明らかになった。画面とキーボード(入力機器)の間のやりとりが適切にできていないと推察される。

鈴木ら(2008)^[2]が行なったデジタルテレビの操作を求めた実験でも、同様の現象がテレビ画面とリモコンのやりとりにおいて確認されていた。注意機能低下群は、画面上のカーソル移動で操作できるメニュー操作時に、他の群と比較してリモコンへの注視の偏重傾向が見られた。注意機能低下群は画面と入力機器が離れている場合に操作に困難が生じると考えられる。

8. 全体のまとめ

本研究で得られた知見をもとに、Web操作時の各認知機能低下群別の操作の特徴を表2にまとめる。

9. 今後の課題

鈴木ら(2008)^[2]、須藤ら(2009)^[3]と本研究は、探索的にさまざまなインタフェースにおける認知的加齢の影響を理解し、各認知機能低下と情報機器の操作上の問題の関係性を明らかにすることを目的としている。これまでに、「画面とリモコン」(テレビ)、「画面とポインティングデバイス」(Web)の2場面については実験を終えた。今

後さらに、「画面のみ」(ATMなど)に分類されるインタフェース場面で継続的に実験を行い、加齢による認知的な機能低下と機器操作上の問題の関連性を明らかにしていく。また、今回得られた結論については、実験の制約上参加者が少なく、さらなる裏付けのデータが必要であるという問題がある。今後研究全体を俯瞰し、得られた知見を元にインタフェースのデザイン指針を検討する際に、同時に検証を行っていく。

10. 参考文献

- [1] 熊田孝恒・北島宗雄・小木元・赤松幹之・山崎博: ユーザビリティ評価のための高齢者の注意・遂行機能評価テストの作成; 認知心理学第3回大会発表論文集(2005)
- [2] 鈴木義章・本宮志江・鹿志村香・須藤智・佐藤 稔久・熊田孝恒・北島宗雄: 高齢者の認知特性に適合した、情報家電等機器インタフェースのデザインに関する研究; ヒューマンインタフェースシンポジウム(2008)
- [3] 須藤智・佐藤稔久・熊田孝恒・北島宗雄・鈴木 義章・本宮志江・原有希: 高齢者の認知特性に適合した Web インタフェースのデザインに関する研究(1) - 理論: Web 操作モデルと高齢者の認知機能の影響; ヒューマンインタフェースシンポジウム(2009)