

早稲田大学大学院 創造理工学研究科

# 博士論文概要

## 論文題目

高齢ユーザを想定した手順型操作機器の  
認知的ユーザビリティ研究

Cognitive Usability of Interactive Systems  
for Elderly Users

申請者

赤津	裕子
Hiroko	AKATSU

経営システム工学専攻 人間生活工学研究

2011年11月

社会の高齢化に伴い、高齢者対応機器が開発される例も増えているが、多機能化する IT 機器の操作がうまくできないという高齢者の声は依然として多い。特に、ATM (Automatic Teller Machine) は、高齢者の苦手な機器の一つとしてしばしば取り上げられる。本研究では ATM を事例とし、シーケンスメニューに従い一定手順での操作を必要とする GUI (Graphical User Interface) 仕様の手順型操作機器のインタフェース設計を取り扱う。

これまでも、様々な機器のインタフェースに対して、高齢者配慮が行われてきたが、その配慮の多くは、「見やすい」大きな表示や「押しやすい」大きなボタンなど、視覚機能あるいは身体運動機能への加齢配慮が中心となっており、操作の「わかりやすさ」といった認知機能への配慮が不十分である。このことが機器を使えないと高齢者の訴えの大きな要因と考えられ、見やすさや押しやすさに加えて、加齢による認知機能の低下を配慮し、高齢者の認知特性を考慮した「わかりやすい」インタフェースの設計が必要と考えられる。

人間工学や心理学の先行研究において、高齢者の認知機能低下に関する様々な報告が見られ、インタフェース研究においても高齢者の操作上の問題が報告されている。この認知機能の低下が機器操作に影響を与えると考えられ、認知機能テストを用いて、高齢者を記憶低下群や注意機能低下群などに分け、機器操作における問題との関係性を解明しようとする研究も見られているが[鈴木ら,2008]、両者の関係性を明らかにすることは難しく、このため、既存の高齢者対応の設計指針においても、認知機能への配慮事項は抽象的な記述にとどまっている。

そこで本研究では、高齢ユーザの円滑な機器操作を支援することを目標に、高齢ユーザに対する認知的ユーザビリティを考慮した、操作がわかりやすいインタフェースを提案することを目的とする。具体的には機器操作をする際の認知活動において、高齢者の行動特性と操作傾向を「認知行動特性」として捉え、この認知行動特性に注目し、ここからインタフェース設計において配慮すべき事項を検討することとする。さらに「情報認識」が重要と考え、その支援手段として注意の焦点化方式に着目した2方式を提案し、その有効性を検証する。なお本研究では「高齢ユーザ」とは、60歳以上の高齢者で、ATM等IT機器やシステムに対しては、苦手意識を持っている者であり、加齢に伴い低下した認知機能を補うような配慮によって、自立した生活パフォーマンスを維持できると期待される者を前提とする。「認知的ユーザビリティ」とは、ユーザが目標達成するため、操作方法がわかること、特に本研究では、画面上の情報を的確に選択できることを重視する。「情報認識」とは、画面上の情報を獲得するために、見るべき情報に注意が向けられた行為とする。

機器操作における人間の情報処理を「知覚・認知・動作」の段階に分けると、ATM操作における振込課題を例とした場合、ユーザ側(人間側)は、画面が表示されると知覚段階で「表示を見る」。認知段階では、画面上の見るべき位置に視線

を移動させ、見るべき位置に視線を動かし「情報認識」を行い、何をすべきか「内容理解」し、提示された選択肢を「探索」し、目標に合致した選択肢の選択を行う。この後、動作段階では、探索後に選択・確認ボタンを押下する。さらに、この動作により選択された事項が正しかったのか「確認」を行う。それをユーザの目標に必要な入力項目（ステップ）の数だけ繰り返し、最後に入力したすべての項目を確認する。本研究では、この認知活動に焦点を当てるが、先行研究において、操作ガイダンスの情報がうまく活用できない[栗川ら、2000]、画面情報の理解に手間取る[原ら、2005]など、「情報認識」段階で躓き、その後の操作に問題を生じさせていることが示唆されていることから、特に、認知活動の最初に行う「情報認識」に着目する。すなわち、本研究の仮説として、見るべき位置に注意を向けさせることで（注意の焦点化）、情報認識がしやすくなると考え、そのための2つの方式を提案し、その検証を行う。

まず、画面上に提示される「情報整理」をすることで、自然に見るべき情報に注意を向かせる方式を提案する。従来、インタフェース設計では、人の視線は左上から右下に動くものである、という「ゲーテンベルグの法則」の考え方をもとに、情報やボタンなどをどのように配置すべきか検討されてきた。ATMもこの法則をもとにインタフェース設計を行ってきたが、操作の複雑化に伴う画面情報の増加により、瞬時に必要な情報を抽出することが苦手な高齢者は、見るべき情報を探ることができず、操作に迷いが生じていると考えられる。したがって、仮説として現状の画面上の情報を必要な情報だけに整理することで、高齢者も自然に見るべき情報に注意を向けさせることができると考えられる。この際、ただ情報整理をするだけではなく、高齢者の機器操作の問題から、どのような配慮をすればよいのか検討する必要があると考えられる。そのために、機器操作における高齢者の認知行動特性を明らかにし、その配慮事項の検討を行う。このことで、「情報整理」により情報認識を促すとともに、内容理解・探索・確認の認知活動も同時に支援することができ、よりわかりやすいインタフェース設計を可能にすると考えられる。したがって、情報整理を基本仕様として、認知行動特性の認知的配慮点を反映させたインタフェースを設計し、有用性を検討する。

次に、画面上の情報を減らし、整理することができない場合の注意の焦点化の方式として音声ガイダンスと連動して、視線を誘導する視覚ガイダンスを付加する方式（「ダイナミックガイダンス」）を提案する。これは、具体的には本研究では音声ガイダンスのペースに合わせて、画面上の該当項目もハイライトするような視覚的な誘導ガイダンス（音声ガイダンスに連動して視覚ガイダンスも動く）の方式であり、この有用性を検討する。これにより、仮説として高齢者の注意が、画面上の見るべき位置に集中しやすくなり、円滑な操作を積極的に促すことが出来ると期待される。この方式を視覚ガイダンスと音声ガイダンスが連動することから、本研究では「ダイナミックガイダンス」と呼び、その効果を検討する。ま

た、このダイナミックガイダンスは、「情報認識」だけでなく、認知活動の内容理解・探索・確認の支援も可能であると考えられる。

本研究では、上記の2方式について、次の手順により検討を行う。まず、現状ATMのユーザビリティ実験から認知的配慮点（設計指針）について検討を行う、次に、注意の焦点化を行う方式である「情報整理」と「ダイナミックガイダンス」についてインタフェースを設計し、実験を通して、各提案方式の有効性を検証する。

なお、本研究は、ATMを例にして検討を行ったが、同様のタスク特性を持ち、同様のGUIを搭載した手順型操作機器にも適用できると考えられる。

本論文は、8章から構成され、第1章では、緒言として、本論文の研究背景および研究課題、研究の目的を述べ、第2章では、本研究における仮説、その仮説検証のための研究方法について述べる。第3章では、若年ユーザのユーザビリティの配慮はされているが加齢配慮のされていない、現在多くの銀行で一般的に使用されているATMを模したATMシミュレータ（従来ATM）において、ユーザビリティ実験を行い、ATM操作における高齢者の認知行動特性を明らかにし、認知行動特性を考慮した配慮点（設計指針）を検討する。第4章では、注意の焦点化を行う画面の「情報整理」を基本仕様とし、第3章で導き出された配慮点から検討を行い、高齢ユーザ向けの提案ATM（加齢配慮システム）のインタフェース設計を行い、シミュレータを開発し、従来ATMシミュレータによる比較実験により配慮点の有効性について検証を行う。その結果、加齢配慮システムは、従来ATMに比べ、操作時間の短縮、エラーの低減、操作不安などの心理的負荷の低減の効果が見られ、認知行動特性から作られた配慮点は、設計指針として有効であると認められ、特に情報整理による方式の有効性が認められた。第5章では、画面上の見るべき位置への視線誘導について議論し、「ダイナミックガイダンス」の提案を行う。その上で、この方式は半ば強制的に視線を誘導するため、提示スピードが重要であり、提示スピードと提示範囲について予備実験を行う。第6章では、第4章で設計した加齢配慮システム（情報整理画面）と従来システム（情報が多い画面）にダイナミックガイダンスを搭載し、操作支援の効果について検証する。その結果、情報が整理されている場合は、ダイナミックガイダンスの効果は見られなかったが、情報が多い場合は探索時間や確認時間などを短縮するなど、操作支援効果が見られ、この方式の有効性が認められた。これらの結果から、ダイナミックガイダンスの設計指針を提案した。第7章では、総合考察として、得られた成果を高齢ユーザ対応のインタフェース設計の検討ステップとしてまとめた。また、各提案方式について、注意機能の先行研究からの妥当性について述べた。第8章では、結言として本論文のまとめを行い、今後の課題および展望を述べた。

## 早稲田大学 博士（工学） 学位申請 研究業績書

赤津 裕子 印

(2011年11月 現在)

種 類 別	題名、 発表・発行掲載誌名、 発表・発行年月、 連名者（申請者含む）
論文	<p>( 査読付論文 )</p> <p>[1] 赤津裕子・三樹弘之・小松原明哲：「高齢者の操作を支援する音声・視覚ガイダンスの組合せ使用：ダイナミックガイダンスの検討 - ATM を事例にして - 」，人間工学，Vol.47，No.3，pp.96-102，2011.</p> <p>[2] 赤津裕子・三樹弘之・小松原明哲：「高齢者の認知行動特性を考慮した IT 機器設計指針の検証 - ATM の試作を通じて - 」，日本経営工学会論文誌，Vol.61，No.6，pp.337-346，2011 .</p> <p>[3] 赤津裕子・原田悦子・三樹弘之・小松原明哲：「高齢者の認知行動特性を考慮した IT 機器設計指針の検討 - ATM のユーザビリティテストから - 」，日本経営工学会論文誌，Vol.61，No.6，pp.303-312，2011 .</p>
講演	<p>( 国際会議 )</p> <p>[1] Akatsu, H., Komatsubara, A.: “Auditory and Visual Guidance for Reducing Cognitive Load”, In Kurosu (Ed.), Human-Computer Interaction, HCII 2009, LNCS 5619, pp.391-397, Springer, 2009.</p> <p>[2] Akatsu, H., Miki, H., Hosono, N.: “Design principles based on cognitive aging” In Jakob (Ed.), Human-Computer Interaction, Part I, HCII 2007, LNCS 4550, pp.3-10, Springer, 2007.</p> <p>[3] Akatsu, H., Miki, H., Hosono, N.: “Designing ‘Adaptive’ ATM based on universal design”, Proceedings of 2nd Int. Conf. for Universal Design in Kyoto 2006, pp.793-800, 2006 .</p> <p>[4] Akatsu, H., Miki, H., Suzuki, K.: “Automatic Teller Machine for Elderly Users”, CSUN, [Electronic version], 2007.</p> <p>[5] Akatsu, H., Miki, H., Tsutsui, R.: “Designing interface of ATM for the elderly users”, Proceedings of 7th Asia-Pacific Conf. on CHI, [Electronic version], 2006.</p> <p>( 国内会議 )</p> <p>[1] 赤津裕子・小松原明哲：「手順型機器における音声・視覚ガイダンスの検討」，人間工学，Vol.45，特別号，pp.322-323，2009.</p>

種 類 別	題名、 発表・発行掲載誌名、 発表・発行年月、 連名者（申請者含む）
講演	<p>[2] 赤津裕子・小松原明哲：「機器操作を支援する音声と視覚ガイダンスに関する検討」, 人間工学, Vol.44, 特別号, pp.282-283, 2008.</p> <p>[3] 赤津裕子・小松原明哲：「対話型システム操作において認知的負荷を低減する音声・視覚ガイダンスの検討」, ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集, pp.1167-1170, 2008.</p> <p>[4] 赤津裕子・三樹弘之・筒井良子：「高齢者特性を考慮した ATM のユーザインタフェース研究」, ヒューマンインタフェースシンポジウム論文集, pp.695-698, 2005.</p> <p>[5] 澤島秀成・原田悦子・赤津裕子・南部美砂子・石本明生：「高齢者の IT 機器ユーザビリティテスト(1)：ATM を対象とした事例分析」, 人間工学, Vol.38, 特別号, pp.244-245, 2002.</p> <p>[6] 南部美砂子・原田悦子・赤津裕子・澤島秀成・石本明生：「高齢者の IT 機器ユーザビリティテスト(2)：L-mode 電話機を対象とした事例分析」, 人間工学, Vol.38, 特別号, pp.246-247, 2002.</p> <p>[7] 赤津裕子・原田悦子・南部美砂子・澤島秀成・石本明生：「高齢者の IT 機器ユーザビリティテスト(3)：テレビゲームを対象とした事例分析」, 人間工学, Vol.38, 特別号, pp.248-249, 2002.</p> <p>[8] 原田悦子・赤津裕子：「人工物と相互作用に見る高齢者の認知的特性：操作ミスからの分析」, 日本認知科学第 17 回大会発表論文集, pp.18-19, 2000.</p>
著書	<p>(共著)</p> <p>[1] 三樹弘之・細野直恒・鈴木邦和・赤津裕子・竹内晃：「高齢者対応 ATM」, IT のユニバーサルデザイン, pp.43-53, 丸善出版, 2005.</p> <p>[2] 原田悦子・赤津裕子：「使いやすさとは何か・高齢化社会でのユニバーサルデザインから考える」, 「使いやすさ」の認知科学 - 人とモノとの相互作用を考える -, 原田悦子(編), pp.119-138, 共立出版, 2003.</p> <p>[3] 細野直恒・三樹弘之・赤津裕子：「公共機器のテスト」, ユーザビリティテストニング, 黒須正明(編), pp.119-138, 共立出版, 2003.</p> <p>[4] 原田悦子・赤津裕子：「家の中の学習 - 高齢者にとっての使いやすさから考える - 」, 家の中を認知科学する, 野島久雄・原田悦子(編), pp.157-173, 新曜社, 2003.</p>

種 類 別	題名、 発表・発行掲載誌名、 発表・発行年月、 連名者（申請者含む）
その他	<p data-bbox="300 264 491 297">( 査読付論文 )</p> <p data-bbox="292 342 1457 409">[1] 赤津裕子・原田悦子:「人工物に対する創発的使用 - 単構造の人工物との相互作用から見た若年成人と高齢者間比較 - 」, 人間工学, Vol.44, No.5, pp.268-278, 2008.</p> <p data-bbox="292 454 1457 521">[2] 三樹弘之・赤津裕子・鈴木邦和・細野直恒:「ATM のユニバーサルデザイン」, デザイン学研究特集号, Vol.13, No.4, pp.48-55, 2006 .</p> <p data-bbox="292 566 1457 633">[3] 原田悦子・重森雅嘉・渡辺はま・南部美砂子・赤津裕子:「縦の糸分析からみた医療の情報システム」, 看護研究, Vol.37, No.2, pp.8-16, 2004 .</p> <p data-bbox="292 678 1457 745">[4] 原田悦子・重森雅嘉・渡辺はま・南部美砂子・赤津裕子:「医療の情報化は看護現場に何をもたらすか」, 看護研究, Vol.37, No.2, pp.28-38, 2004 .</p> <p data-bbox="292 790 1457 857">[5] 細野直恒・三樹弘之・赤津裕子:「公共機器分野でのユーザビリティへの取り組み」, 情報処理学会, Vol.44, No.2, pp.157-162, 2003 .</p> <p data-bbox="292 902 1457 1014">[6] 緒方啓史・原田悦子・下夷美幸・南部美砂子・赤津裕子・谷上望:「ユーザの視点から見た緊急通報システム:在宅ケア情報システムの使いやすさに関する認知科学的検討」, 認知科学, Vol.10, No.3, pp.353-369, 2003 .</p> <p data-bbox="300 1104 403 1137">( 特許 )</p> <p data-bbox="292 1137 1161 1171">[1] 特許 4617776, 自動取引装置および自動取引システム, 2010 .</p>