原著論文

電化製品に対するユーザの態度の相違による 製品の知識とメンタルモデル構築の違いの分析

土井 俊央*, 富永 彩容子*, 山岡 俊樹**

* 和歌山大学大学院システム工学研究科, ** 和歌山大学システム工学部

Analysis of Users' Knowledge Structures and Mental Models by the Difference of Attitude to Electrical Appliances

Toshihisa DOI*, Sayoko TOMINAGA* and Toshiki YAMAOKA**

* Graduate School of Systems Engineering, Wakayama University, 930 Sakaedani, Wakayama-shi, Wakayama 640-8510, Japan

** Faculty of Systems Engineering, Wakayama University, 930 Sakaedani, Wakayama-shi, Wakayama 640-8510, Japan

Abstract : The goal of this study is a finding about an attitude toward electric appliances applies to appliances design and usability. Therefore, in this study, a relationship between attitude to users' electrical appliances and cognitive elements required for the operation (Knowledge and Mental models) was investigated. For that purpose, two experiments were conducted. First, a relationship between the attitude and a knowledge structure toward electric appliances was grasped by a questionnaire in the 1st experiment. The knowledge structure was extracted within a Sentence Completion Test, and was grasped using Key Graph and Formal Concept Analysis. Next, a relationship between the attitude and a degree of mental model construction in an interface operation was grasped by a questionnaire and an experiment of GUI operation in the 2nd experiment. The degree of mental model construction was understood from the view of Functional Model and Structural Model. As a result of these experiments, it has been understood that the attitude relates to a depth of the knowledge, an originality of an opinion on electrical appliances and a construction of the Functional Model.

Keywords : Attitude, Knowledge structure, Mental model construction, Interface

1. は じ め に

人間はインタフェースを操作する時、これまでの既存知識やインタフェースのメンタルモデルを用いる [1, 2]。これらによって人はインタフェースを知覚、認知し操作する。この認知過程についてはNormanやRasmussenが7段階モデルやSRKモデルを提唱している [3, 4]。また、これらの研究は、製品デザイン等への応用まで発展している [5]。

しかし、人の日常生活の行動には態度が関わっており、人が製品を使うときにも、製品を知覚や認知する前に、まず製品に対する態度が関わっていると考えられる。ここで言う製品に対する態度とは、ある製品に対して特定の評価をし、特定の感情を持ち、特定の行為を行おうとする心構えのことである [6]。つまり、製品の操作にはユーザの既存知識やメンタルモデルだけでなく態度も関係すると考えられる。具体的には、製品に対する積極性・消極性、興味の有無や価値観などの態度が主に操作に関わると思われる。このことから、ユーザの製品に対する態度と既存知識、メンタルモデルの構築度合との関係を調べることで、インタフェース操作におけるユーザの認知について、従来とは違う視点からの知見が得られると考えられる。また、これらを考慮した製品デザインやユーザビリティなどへの応用も考えられる。

そこで本研究では、ユーザの電化製品に対する態度（積極性・消極性、興味の有無、価値観など）の違いにより、ある

製品に対する知識やメンタルモデル構築度合がどのように違うのかを考察する。

2. 方 法

本研究では、ユーザの電化製品に対する態度とある製品に対する知識の構造及びメンタルモデル構築の度合との関係を把握するために以下の2つの実験を行った。

実験1：電化製品に対する態度と既存知識構造の関係性を把握するための実験

実験2：電化製品に対する態度とある製品に対するメンタルモデル構築度合の関係性を把握するための実験

また、どちらの実験においてもユーザの電化製品に対する態度を把握するためにアンケート調査を行った。本研究では、電化製品に対する積極性、興味や価値観などの態度を検討した。本研究で対象とする電化製品に対する態度について、測定する従来手法が見当たらないため、田中の研究 [7] で検討されているアンケートなどを参考にし、提案した。アンケート項目は以下の表1に示す。電化製品に対する積極性・消極性、興味の有無や価値観などの測定は、一般的な態度と比べて極めて限定的なため、表1に示した5項目で十分であると考えた。

そして、この5項目の回答得点について主成分分析を行

表1 電化製品に対する態度のアンケート項目

Q1 電化製品の操作は人に頼るほうだ
Q2 必要がない限りは電化製品を使いたくないと思わない
Q3 電化製品の他の多くの機能を使用したい
Q4 電化製品に興味を持っている
Q5 機械の操作は出だしでつまずくとすぐあきらめてしまう

い、採用された主成分得点のクラスタ分析によりアンケート回答者を分類した。分類された回答者群について既存知識構造やメンタルモデル構築度合の違いを検討することにより、電化製品に対するユーザの態度に基づく製品の知識構造及びメンタルモデル構築の度合の違いの把握を目指した。

また、本研究の調査対象として用いる用語の定義を以下に示す。

・電化製品に対する態度：ユーザが電化製品に対して特定の評価をすること、特定の感情を持つこと及び特定の行為を行おうとすることとする。また一般的に態度という用語は様々であるが、本研究では特に操作に関わると考えた、電化製品に対する積極性・消極性、興味の有無や価値観などについて言及する。

・既存知識構造：ユーザが、ある製品に対して、これまでの経験から既に持っている知識、その種類およびその内容とする。

・メンタルモデル構築度合：ユーザがインタフェース操作を行う際に、メンタルモデルをどの程度構築できたかの度合とする。

3. 実験1：電化製品に対する態度と既存知識構造の関係性を把握するための実験 [8]

3.1 実験方法

3.1.1 実験協力者

実験1では、実験協力者の電化製品に対する態度とある電化製品に対して持っている既存知識構造の関係を調べるため、アンケートによる調査を行った。この実験は年齢23～52歳（平均：35.23歳、標準偏差：8.19）の社会人35名に対して実施した。

3.1.2 電化製品に対する態度の調査

実験1では、すでに述べたようなユーザの電化製品に対する態度を調査するためのアンケートを行った。アンケートはすべて「1：まったく当てはまらない」、「2：あまり当てはまらない」、「3：どちらでもない」、「4：やや当てはまる」、「5：よく当てはまる」の5段階で調査した。

3.1.3 既存知識構造の調査

実験1では、既存知識構造を調べるためにプロジェクトブテクニクの一つである文章完成法をアンケート調査によって行った。プロジェクトブテクニクとはユーザの気

づいていない無意識の感情や意見を得るための方法である[9]。その一つである文章完成法とは、意図的に空白にした部分を含んだ文章を実験協力者に見せて、最初に頭に浮かぶ言葉を挿入して文章を完成するように求める手法である。本アンケートでは実験協力者の使用経験の差が少なく、一般的な電化製品と考えられるテレビ及びテレビリモコンについて文章完成法を行い、それらの既存知識構造の抽出を図った。項目例を以下の表2に示す。

3.2 実験結果

3.2.1 態度による実験協力者の分類

電化製品に対する態度と既存知識構造の関係性を把握するため、電化製品に対する態度のアンケート得点により、実験協力者35名を2つのクラスタに分類した。実験協力者の2分類には主成分分析とクラスタ分析を用いた。主成分分析によりアンケート項目を集約し、採用された主成分軸の主成分得点によりクラスタ分析を行いユーザの分類を行った。まず、アンケート5項目に対して主成分分析を行った。主成分分析結果である固有値、累積寄与率を以下の表3に示す。

第2主成分までの累積寄与率は約60.41%で、固有値は約1.35なので第1主成分と第2主成分を採用した。

次に、第1主成分得点と第2主成分得点によってクラスタ分析を行った。その結果、クラスタ1が15名、クラスタ2が20名に分類された。また、クラスタ分析の結果を確認するために、2クラスタ間で各アンケート得点の有意差検定としてt検定を行ったところ、いずれの項目においても $p<0.01$ であり、有意水準1%で有意差が確認された。

主成分分析に用いたアンケート項目得点の平均値から各クラスタ特徴を把握すると、クラスタ1は電化製品やその機能を使いたいと思っており、クラスタ2はその逆で電化製品をあまり使いたいと思っていないクラスタであると言える。また、言いかえるとクラスタ1は電化製品への興味が強く、クラスタ2は興味がさほどないといえる。

3.2.2 既存知識構造の把握

電化製品に対する態度によって分類されたユーザの各クラスタにおいてキークラフ、形式概念分析の手法を用いて既存

表2 文章完成法項目例

Q1 忙しい人にとって、テレビを見ることは (①)。
Q2 テレビは、大体 (②) ので (③)。
Q3 もしも、テレビが (④) と思う。

表3 実験1の態度のアンケート項目の主成分分析結果

主成分	固有値	寄与率 [%]	累積 [%]
1	4.09	45.39	45.39
2	1.35	15.02	60.41
3	0.98	10.86	71.26
4	0.64	7.11	78.37
5	0.61	6.79	85.17

知識の種類、構造を調査した。

まず、キーグラフによる分析結果について述べる。キーグラフとは、大澤らにより提案された、文書中の語の単純な頻度をもとに文書や発話中の特徴的な語を抜き出すための、共起グラフによるキーワード自動抽出アルゴリズムである[10]。キーグラフでは、まずテキストデータを形態素解析により細かく分ける。さらに分析の準備段階として、文書中のキーワード候補となりえない単語(冠詞、TeXの書式コマンドやHTMLのタグなど)を削除する。そして文書中で出現回数の多い語を、共起グラフにおいて土台となり基礎概念を表す語として抽出し、共起グラフのノードとする。また、これらのノードの中で共起度の高いノードの対をそれぞれリンクによって結ぶ。次に、文書中のある単語(キーワード候補)が、先に抽出した土台となるノードに支えられる力を算出する。この支えられる力とは、「共起グラフ中の全てのノードを文書の著者が考慮しているときに、ある単語(キーワード候補)が用いられる」という条件付確率を定式化したものである。そして、この力(値)が大きい語がまだ共起グラフに含まれていなければノードとして追加する。さらに、これらの追加されたノードと土台となるノードの間で共起度を考慮し、キーワードを抽出する。こういった手順によってキーグラフでは、出現頻度と共起度を元にキーワードを抽出し、共起グラフによってそれらの関係性を可視化する[11]。

キーグラフの出力結果は、黒ノードと赤ノードの2つのノードとそれらのリンクから表わされる。黒ノードは、データ中で出現頻度の高い項目で、この黒ノードと黒い実線(黒リンク)からなるクラスタが「島」である。ここで「島」とは、1人の実験協力者のデータの中で同時に現れやすい語の集合である。また、赤い点線(赤リンク)は島と島を渡す「橋」である。「橋」とは、頻度は高くないが、典型的な概念である。さらに、赤ノードは、それらを繋ぐ特徴的な語で、重要である可能性が高いものである。また、各ノード間の位置関係や距離には特に意味はなく、線で繋がれているノード間に意味がある。

本実験では、文章完成法によって得られたテキストデータを形態素解析し、キーグラフによる分析を行った。なお、キーグラフのツールとして紙芝居キーグラフを用いた[12]。分析ツールでは、黒ノード、黒リンクと赤ノードそれぞれの数とそれぞれの共起度の計算方法を指定する必要がある。本研究では、黒ノード数:20、黒リンク数:20および赤ノード数:10と設定した。また、黒ノードの共起度の計算にDependent係数、赤ノードの共起度の計算にJaccard係数を用いた。キーグラフの分析結果は以下の図1と図2に示す。

クラスタ1においては「話題」、「音声」、「認識」および「機能」などの語の頻度が高く、土台となる島を形成していた。また、「家族」、「考える」や「疲れる」などの語が赤ノードとして、頻出語の間に見られた。クラスタ2においては「操作」、「番組」、「リモコン」や「わかる」などの頻度が高く、土台となる島を形成していた。また、「存在」と「使用」という黒ノードの間に、赤ノードとして「当たり前」という語

が見られた。さらに赤ノードでは「使いにくい」、「息抜き」や「楽しい」などクラスタ1では見られなかったキーワードが見られた。

次に、形式概念分析による分析結果について述べる。形式概念分析とはRudolf Willeによって提唱されたデータ分析手法の一つであり、順序や順序構造を扱う数学の一分野である束論において、データの集合の複雑な構造を解析および分類する強力な手法である[13]。これはデータの包含関係から概念構造の明確、事象の分析、データの可視化およびデータの依存関係などを明らかにすることができる[14]。現象や事象を表す対象である「対象」と対象が持つ性質である「属性」によってその包含関係を記述したコンテキスト表と呼ばれるカテゴリマトリックスから、コンセプトラティス(概念束)と呼ばれる概念構造をハッセ図によって図示する。

図1 クラスタ1のキーグラフ出力結果

図2 クラスタ2のキーグラフ出力結果

コンセプトラティスは属性と対象の構造化であり、構造は包含関係を示している。コンセプトラティスのハッセ図では、対象を多く持つ属性が上位に位置する。つまり上下で包含関係となる。ある対象から下方に伸びる線上に他の対象が位置していた場合、それを上位概念と下位概念の関係にあると言える。形式概念分析の結果として表示されるハッセ図の解釈方法は、主に以下の4点が挙げられる。(1) 属性は上位に位置するほど一般的な属性であり、下位に位置するほど特徴的である。(2) 対象は下位に位置するほど、多くの属性を含んでいる。(3) 距離が近い対象と属性をひとまとめることで、その対象が持つ最も特徴的な属性をグルーピングすることができる。(4) 下位の属性を持つ対称は、上位の属性を持つ可能性が高い。

本実験では、キーグラフで出力された各クラスターの機器に対する態度を示す単語を用いて、形式概念分析を行った。分析に用いたデータの一部を以下の表4に示す。各実験協力者を「対象」、キーグラフから抽出されたキーワードを「属性」とした。各クラスターにおける形式概念分析の出力結果を以下の図3、図4に示す。出力結果中の白ラベルは「対象」で、灰色のラベルは「属性」である。なお、本実験での分析には形式概念分析ツールである Concept Explorer を用いた [15]。

クラスター1では、「便利」、「暇」および「必要」といったキーワードが多く属性と対象を包含しており、最上位概念として見られた。また、これら以外のほとんどのキーワードが「便利」に包含されており、その下位概念として見られた。クラスター2では、クラスター1と同様に「便利」、「暇」および「必要」といったキーワードなどが最上位概念として見られた。しかし、クラスター1とは異なり「便利」というキーワードに包含された下位概念となる属性は少なく、各キーワードがあまり包含関係を形成していないことが分かった。

3.3 考察

3.3.1 クラスター1についての考察

まずクラスター1において、キーグラフでは「機能」の頻度が高く、実線が多く繋がっており島の中核となっている。これは、「機能」に関しての記述が多かったためである。また、「音声」、「認識」の頻度が高く、繋がりが見られるのは「音声認識」というテレビに関する理想を明確に持っているため

表4 分析に用いたデータの一部（コンテキスト表）

	必要	不便	便利	無駄	暇	情報収集
A01	1	0	0	0	1	0
A02	0	0	1	0	0	0
A07	1	1	1	0	0	1
A08	1	1	1	0	0	0
B02	1	0	1	0	1	0
B03	1	0	1	1	1	0
B05	1	0	1	1	1	0
B06	1	1	1	0	1	0
B07	0	0	1	0	1	0

図3 クラスター1のハッセ図

図4 クラスター2のハッセ図

と思われる。その他には「家族」という単語も見られた。これは、「テレビばかり見ていると家族関係が悪くなる」といった旨の記述が見られたためで、テレビによる環境への影響を考えていることがわかる。また、形式概念分析においては「便利」が包含している属性が数多くある。これは、ほとんどの被験者が「便利」と考えているが、それに対する理由や意見を述べているためで、ただ単に「便利」というだけでなく様々なことを考えていると思われる。クラスター1のユーザは先に述べたように、電化製品を使いたいと感じている。このことから、「機能」に関する記述が多く見られたと考えられる。また、電化製品を「使いたい」という態度が製品への明確な理想や様々な意見を持つことに繋がると考えられる。

3.3.2 クラスター2についての考察

クラスター2において、キーグラフでは「操作」から直接的に「番組」、「リモコン」といった機能やそれに付随する単語が高頻度で見られる。また、「存在」と「使用」を繋ぐものとして「当たり前」という単語が見られ、当然のものとしてテレビを使用していると思われる。形式概念分析では、「便利」、「必要」といった単語が上位概念となっているが、それらが包含している属性は少なく、特に「便利」の下位概念の数はクラスター1と大きく差が見られた。これは、「便利」とは考えているが、それ以上のことやそれに対する意見は特に考

えていないためと思われる。また、各キーワードがあまり包含関係を形成せず散在していることから、各被験者の意見にまとまりがないと考えられる。これらのように電化製品についてあまり深く考えていないように見られるのは、あまり電化製品を「使いたい」と感じていない態度のためと思われる。

3.3.3 各クラスタの比較

クラスタ1では、電化製品を使いたいと思っており、クラスタ2では電化製品をあまり使いたいとは思っていない。それぞれの既存知識構造としてクラスタ1は、製品に対する明確な理想や様々な意見があり、また、製品が環境に与える影響までも考慮していた。クラスタ2では、これらの点は見られず、操作に関しては、直接的に機能を考えており、それらについてあまり深くは考えていなかった。これらのことから、電化製品を使いたいという態度のユーザは電化製品について深い考えや独自の意見を持っており、あまり使いたいと思っていないユーザは表面的な知識を持っていると考えられる。

知識とは、いくつかの領域に区切られており、その領域内で展開されることが多く、また、ある事柄における熟達者と初心者では、その事柄の領域内の知識に違いがある [16]。つまり、本実験におけるクラスタ1は、クラスタ2よりも電化製品について豊富な知識を持っていると考えられることから、その操作についてクラスタ2よりも熟達していると思われる。

このことから、電化製品に対して興味が強く、それらを使いたいと思うユーザは、そうした態度によって、そうでないユーザよりもより多くの知識を得ると考えられる。そしてそれは、電化製品の操作の熟達度にまで関わると考えられる。

4. 実験2：電化製品に対する態度とメンタルモデル構築

すでに述べたように、ユーザの電化製品に対する態度は、それら電化製品の操作の熟達度にまで関わることが示唆された。電化製品の操作にはメンタルモデルの構築が不可欠であり、その熟達度にはメンタルモデルの構築度合が関わると考えられる。

そこで、実験2では実験協力者の電化製品に対する態度とメンタルモデル構築度合の関係を調べるために、アンケート調査と架空リモコンインタフェースの操作実験を行った。

4.1 実験方法

4.1.1 実験協力者

実験2では、実験1の実験協力者とは別の年齢26～61歳(平均:39.41歳、標準偏差:9.20)の社会人73名に対して行った。

4.1.2 電化製品に対する態度の調査

実験2では、実験1と同様にユーザの電化製品に対する態度を調査するためのアンケートを行った。アンケートはすべて「1:まったく当てはまらない」、「2:あまり当てはまら

ない」、「3:どちらでもない」、「4:やや当てはまる」、「5:よく当てはまる」の5段階で調査した。

4.1.3 メンタルモデル構築度合の調査

実験2では、メンタルモデル構築度合を調べるために架空リモコンインタフェースの操作実験を行った。架空リモコンインタフェースはMacromedia Flash 8で作成した。インタフェースの画面の一部を以下の図5に示す。

インタフェースの主な機能は、テレビの設定、DVDレコーダの設定と部屋の環境設定の3つであり、各機能の中でそれぞれの詳細な設定を行うことができる。実験では、タッチパネルを用いてこのインタフェースの操作に関する5つの課題を行った。この5つの課題の遂行を通して、実験協力者に架空リモコンインタフェースのメンタルモデルの構築を促し、全課題終了後、メンタルモデル構築度合を調査した。

4.2 実験結果

4.2.1 態度による実験協力者の分類

実験協力者の電化製品に対する態度の違いによるメンタルモデル構築度合を把握するために、判別分析を用いて実験1の2つのクラスタへの分類を行った。しかし、分析の結果、各クラスタ間で分類に使用した項目での有意差が確認されず、本実験の実験協力者を実験1の2つのクラスタに分類することは、態度の違いを考える上で妥当ではなかった。

そこで、実験1と同様に主成分分析とクラスタ分析を用いて、実験1とは別の新たなクラスタに分類した。主成分分析によりアンケート項目を集約し、採用された主成分軸の主成分得点によりクラスタ分析を行いユーザの分類を行った。まず、電化製品に対する態度のアンケート5項目に対して主成分分析を行った。主成分分析結果である固有値や累積寄与率を以下の表5に示す。

第2主成分までの累積寄与率は約77.42%で、固有値は約1.06なので第1主成分と第2主成分を採用した。なお、それぞれの主成分軸の解釈として、第1主成分は「電化製品の操作につまずくとあきらめ、すぐに人に頼る」、第2主成分は「電

図5 架空リモコンインタフェース

化製品への興味が強い」とした。

次に、第1主成分得点、第2主成分得点によってクラスタ分析を行った。その結果、4クラス（クラスタA：33名、クラスタB：14名、クラスタC：14名、クラスタD：12名）に分類された。また、クラスタ分析の結果を確認するために、2クラス間で各アンケート得点の有意差検定としてKruskal Wallis検定を行ったところ、いずれの項目においても $p<0.01$ であり、有意水準1%で有意差が確認された。

主成分分析に用いたアンケート項目得点の平均値から各クラス特徴を把握した。各クラスターの平均値は以下の表6に示す。

クラスタAは、Q1、Q2とQ5の得点が4クラス中で最も低く、Q3とQ4の得点は一番高かった。このことから、電化製品に対する興味が非常に強く、その操作は人に頼らず、あきらめずに行うクラスタであるといえる。クラスタBはQ3とQ4がクラスタAの次に高いことから、電化製品への興味が強いクラスタであるといえる。逆に、クラスタCは、Q3とQ4が一番低く、電化製品への興味は、さほどないクラスタであるといえる。また、クラスタDは、電化製品を使いたいとは思わず、操作を行う際も、つまずくとすぐにあきらめるか人に頼るクラスタであるといえる。

4.2.2 メンタルモデル構築度合の把握

メンタルモデル構築度合の調査は、Functional ModelとStructural Modelの観点から、それぞれの測定を行った[17]。Functional Modelとは、どのように使うかを理解するためのモデルで文脈依存型である。また、Structural Modelとは、どのように動いているかを理解するためのモデルで、非文脈依存型の道具やシステムの動作原理や構造を習得するモデルである。このことから、架空リモコンインタフェースにおいて、Functional Modelは、ボタン機能の理解に、Structural Modelは、階層構造の理解に当たると考えた。Functional Modelの測定は、テレビ、DVDと環境設定の3つの機能それぞれについての13個のボタンにおいて、どのようなことができるボタンであるかを質問した。Structural

Modelの測定は、クローズドのカードソートを用いて[18]、テレビ、DVD、環境設定のそれぞれにおける階層構造を調査した。これら2つの得点をメンタルモデル構築度合の指標とした。

そして、電化製品に対する態度によって分類された各クラスターでメンタルモデル構築度合がどのように違うかを把握するために、Functional ModelとStructural Modelの実験結果の得点化を行った。Functional Modelは13個のボタンのうち、正確に回答できているボタン数を得点とし、Structural Modelは、それぞれのボタンの下位項目のうち、正確にカードソートできているボタン数を得点とした。各クラスターの平均得点は表7に示す。

そして、それぞれの得点について各クラスター間での違いを把握するために一元配置分散分析を行った。また、Functional Model得点において有意差が認められたことから対比較による多重比較を行った。得点に正規性および等分散性が認められたが各群のサンプルサイズが等しくなかったため、多重比較法にはHochbergのGT2を用いた。一元配置分散分析結果を表8に、Functional Model得点のHochbergのGT2による多重比較結果を以下の表9と図6に示す。

多重比較の結果、Functional Modelの得点においてクラスターAとクラスターDの間に有意水準5%で有意差が確認された。これらのことから、電化製品への興味の強さ、その操作を人に頼るか、操作につまづいたときあきらめるかなどの態

表7 Functional, Structuralの平均得点

	A	B	C	D
Functional	7.79	5.36	6.71	4.75
Structural	4.06	2.43	3.21	1.83

表8 一元配置分散分析結果

	平方和	自由度	平均平方	F値	有意確率	判定
Structural	55.16	3	18.39	2.48	0.07	
Functional	109.42	3	36.47	4.00	0.01	*

***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$

表9 HochbergのGT2による多重比較結果

	クラスター	平均値の差	p	判定
Functional	A	B	2.43	0.08
		C	1.07	0.84
		D	3.04	0.02
	B	A	-2.43	0.08
		C	-1.36	0.80
		D	0.61	1.00
	C	A	-1.07	0.84
		B	1.36	0.80
		D	1.96	0.47
	D	A	-3.04	0.02
		B	-0.61	1.00
		C	-1.96	0.47

***: $p < 0.001$, **: $p < 0.01$, *: $p < 0.05$

表5 実験2の態度のアンケート項目の主成分分析結果

主成分	固有値	寄与率 [%]	累積 [%]
1	2.81	56.19	56.19
2	1.06	21.23	77.42
3	0.69	13.87	91.29
4	0.24	4.82	96.11
5	0.19	3.89	100.00

表6 各クラスターの各項目の平均値

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
クラスターA	1.03	1.42	3.88	4.36	1.24
クラスターB	2.21	2.43	3.71	4.14	2.07
クラスターC	1.79	2.36	1.64	2.29	1.86
クラスターD	3.83	3.58	2.33	2.92	3.33

図6 Functional Model得点の平均

度の違いがメンタルモデル構築度合に関係していることがわかった。

4.3 考察

クラスタAの電化製品に対する態度は、電化製品への興味が非常に強く、また操作につまずいたときは人に頼ったり、諦めたりしないというものであった。そしてメンタルモデル構築度合は、Functional Model得点とStructural Model得点ともに全クラスタ中で一番高く、メンタルモデルの構築が十分にできていると考えられる。

一方、クラスタDの電化製品に対する態度は、クラスタAのそれとは反対に、電化製品をあまり使いたいとは思っておらず、操作につまずいたときは、あきらめるか人に頼ることが多いというものであった。また、メンタルモデル構築度合はFunctional Model得点とStructural Model得点ともに全クラスタで一番低く、メンタルモデルの構築が十分にできていないと考えられる。

これらのことから、ユーザの電化製品に対するメンタルモデル構築には、操作以前の要素である態度、特に電化製品への興味や操作につまずいたときの対応などが関係していると考えられる。この関係をより把握するために、電化製品に対する態度、メンタルモデル構築度合それぞれの違いによる各クラスタの位置関係を可視化しイメージ図を以下の図7と図8に示す。図7の縦軸は「操作につまずいてもあきらめず、人に頼らない」かであり、上に行くほどその傾向は強く、下に行くほどその傾向は弱い。一方、横軸は「電化製品への興味が強い」かであり、右に行くほどその傾向は強く、下に行くほどその傾向は弱い。また、図8の縦軸は「Structural Modelの構築度合」であり、上に行くほどその傾向は強く、下に行くほどその傾向は弱い。一方、横軸は「Functional Modelの構築度合」であり、右に行くほどその傾向は強く、下に行くほどその傾向は弱い。これらの図からもクラスタAとクラスタDの違いは把握できる。

クラスタCとクラスタBについて見てみると、図7よりクラスタCは電化製品への興味はさほどないが、操作につまずいたとき、あまりあきらめないことがわかる。クラスタBはこの逆である。また図8では、クラスタCの方がクラスタBよりもメンタルモデル構築度合が高い。このことから、メン

操作につまずいてもあきらめず、人に頼らない

図7 態度の違いによる各クラスタの位置関係

図8 メンタルモデル構築度合の違いによる各クラスタの位置関係

タルモデル構築には、電化製品への興味より、操作につまずいたときの対応や操作を人に頼るかといったことの方が影響していると考えられる。

また多重比較の結果、クラスタAとクラスタDでは、Functional Model得点に有意差が確認された。このことから、ユーザの電化製品に対する態度は、主にFunctional Modelの構築度合に関わっていると考えられる。また、Structural Modelの構築度合では有意差は確認されなかったものの各クラスタの平均得点の順位関係は、Functional Modelの平均得点の順位関係と同様で、有意差は見られなかったが、傾向は同様であることが示唆している。

5. 全体的考察

電化製品に対する態度と既存知識構造、メンタルモデル構築度合の関係について実験を行ったが、それらの全体的な考察について述べる。

実験1では、電化製品に対して興味が強く、使いたいと考えているクラスタは、明確な理想を持っており、独自の意見や深く考えた意見を持っていた。また実験2では、電化製品に対して興味が強いクラスタは、メンタルモデル構築度合、特にFunctional Modelの構築度合が、電化製品に興味のないクラスタよりも高かった。

これらのことから、電化製品への興味が強く、操作に問わずいてもあきらめないユーザは、電化製品を操作する上で必要と思われる要素（既存知識、メンタルモデル）を持っていると考えられる。また、これは電化製品へ興味のあるユーザは、電化製品へ興味のないユーザに比べ、深い知識や独自の意見を持っており、それらによって、スムーズにメンタルモデルを構築できるとも考えられる。

大浦によると、同じ課題を何度も繰り返し練習することで定型的な熟達者になり、さらに練習の意味を十分理解して積極的に取り組むことで、適応的な熟達者になる[19]。また、林らは、メンタルモデルの構築過程に関して、3階層モデルを述べている[20]。これは、レベル1：記憶レベル、レベル2：ネットワーク形成レベルとレベル3：メンタルモデル構築レベルの3段階でメンタルモデルが構築されていくというモデルである。この中で、3階層モデルにはFunctional ModelとStructural Modelが関わっており、まずFunctional Modelが形成され、その後Structural Modelが形成されると述べられている。つまり、大浦の述べる定型的な熟達者とはFunctional Modelが構築されたユーザで、適応的な熟達者とはStructural Modelが構築されたユーザであると考えられることができる。

これらのことから、電化製品への興味が強く、操作に問わずいてもあきらめないといった態度のユーザは、その態度により繰り返し操作を行い、電化製品の操作に熟達していくと考えられる。この過程で、より深い知識の獲得やメンタルモデルの構築が行われると思われる。また、実験2において、クラスタAとクラスタDのFunctional Model得点に有意差が確認されたことから、クラスタAとクラスタDに比べると大浦の述べる定型的な熟達者であると考えられる。

このことから、ユーザの電化製品に対する態度は、電化製品を操作する上で必要な既存知識とメンタルモデルに関わっており、その態度によって電化製品への熟達度は変わる。しかし、電化製品に対する態度は、その熟達度に全面的に影響を与えているわけではなく、あくまで定型的な熟達のレベルまでに関わっていると考えられる。つまり、これは電化製品の操作に熟達していないユーザの電化製品に対する態度（特に、電化製品へ興味や操作に問わずいたときの対応）を変えようとするデザインを行うことで、定型的な熟達のレベルまで、操作の熟達度の向上を促すことができる可能性を示唆している。

次に、本研究の実験方法についての考察を述べる。本研究では、本稿冒頭部分で述べた5項目のアンケートとその得点の主成分分析およびクラスタ分析によって、ユーザの電化製品に対する態度の検討を試みた。そして本研究で行った2つ

の実験では、電化製品に対する態度の異なるユーザ群で既存知識構造およびメンタルモデル構築度合の特徴を把握することができた。このことから、本研究で用いた電化製品に対する態度の検討方法（ユーザ分類方法）は、一般的に確立された方法ではないが、妥当であったことが示唆される。しかしながら、実験2ではアンケート得点の判別分析によって実験1での分類結果に基づいたユーザ分類を試みたが、分類した群間に電化製品に対する態度の違いは認められなかった。そのため、実験1と実験2の調査または実験結果を同様のクラスタによって検討することができなかった。このことから、本研究でのユーザ分類方法は、ユーザの電化製品に対する態度について一律な分類指標にはなりえないと考えられる。

本研究では、一般的に述べられる態度よりも限定的な態度として、電化製品に対する積極性、興味の有無、価値観などを検討したため従来研究を参考にした5項目で十分と考えた。しかし、本研究での態度の検討方法はユーザの特徴を把握するには十分であったが、一般的な分類方法とは言えず2つの実験を共通のクラスタから検討することができなかった。今後、アンケート項目の検討および改良を行うことで、新たな知見を得ることが考えられる。

6. ま と め

本研究では、電化製品に対するユーザの態度に基づいて既存知識構造とメンタルモデル構築度合の違いを調べるために、2つの実験を行った。

実験の結果、電化製品に対する態度は、主に知識の深さ、意見の独自性やFunctional Modelの構築と関わるということがわかった。電化製品への興味が強く、操作に問わずいてもあきらめず、人に頼らないユーザは、そうでないユーザに比べ、より深い独特な意見や明確な理想を持っており、またメンタルモデルの構築度合が高いことがわかった。また、ユーザの電化製品に対する態度を考慮したデザインを行うことにより、操作の熟達を促すことができる可能性を述べ、電化製品デザインへの態度の応用を示唆した。

謝 辞

本研究を行うにあたり、実験協力をして頂くとともに、有益なご助言をいただいた西崎友規子氏をはじめとする日産自動車株式会社の方に感謝の意を表する。

参 考 文 献

- [1] 岡田有策：ヒューマンファクターズ概論 人間と機械の調和をめざして、慶応義塾大学出版会，pp.46-53，2005。
- [2] Kate Ehrlich: 12. Applied Mental Models in Human-Computer Interaction, In Jane Oakhill et al. (Ed): Mental Models IN Cognitive Science ESSAYS IN HONOUR OF PHIL JOHNSON-LAIRD, Psychology Press, 227, 1996.

- [3] D.A. Norman et al. (Ed): User Centered System Design- New Perspective on Human-Computer Interaction, Lawrence Erlbaum Associates, 1986.
- [4] 海保博之 他 (訳): インタフェースの認知工学 人と機械の知的かかわりの科学, 啓学出版, 1990.
- [5] 山岡俊樹 他: ハード・ソフトデザインの人間工学講義, 武蔵野美術大学出版局, 2002.
- [6] 井上隆二 他: 図解雑学社会心理学, ナツメ出版企画株式会社, pp.40-73, 2004.
- [7] 田中観自: 高齢者における家電製品対応能力の構成要素抽出と関係性の把握, 2007 年度和歌山大学システム工学部デザイン情報学科卒業論文, 2008.
- [8] 土井俊央 他: ユーザの電化製品に対する態度とその知識構造に関する考察, 平成 20 年度日本人間工学会関西支部大会予稿集, pp.141-144, 2008.
- [9] 上田拓治: マーケティングリサーチの論理と技法第 2 版, 株式会社日本評論社, pp.114-115, 2004.
- [10] 大澤幸生 他: KeyGraph: 語の共起グラフの分割・統合によるキーワード抽出, 電子情報通信学会論文誌, J82-D-I, 2, pp.391-400, 1999.
- [11] 大澤幸生: チャンス発見のデータ分析, 東京電機大学出版, 2003.
- [12] 阿部明典 他: 紙芝居 KeyGraph による行動の可視化によるインシデントの隠れた原因の発見, 第 22 回日本人工知能学会全国大会, 2B2-3, 2008.
- [13] 長田博泰: 形式概念に基づく質的分析, 社会情報, 14, 1, pp.19-37, 2004.
- [14] 鈴木治 他: 形式概念分析-入門・支援ソフト・応用-, 知能と情報 (日本知能情報ファジィ学会誌), 19, 2, pp.103-142, 2007.
- [15] 鈴木治: 形式概念分析とその応用, [Online PDF], <http://zemi-os.adin.hamamatsu-u.ac.jp/fca/2006_11_fcaintro.pdf> [Accessed 12 July 2009].
- [16] 波多野諠余夫: 知識と表象, 認知心理学概論, 財団法人放送大学出版局, pp.68-78, 2006.
- [17] Jenny Preece et al: Human-Computer Interaction, Addison-Wesley Publishing Company, pp.123-139, 1994.

- [18] 樽本徹也: ユーザビリティエンジニアリング ユーザ調査とユーザビリティ評価実践テクニック, 株式会社オーム社, pp.81-88, 2005.
- [19] 大浦容子: 熟達者と初心者の違い, 新訂認知過程研究-知識の獲得とその利用-, 財団法人放送大学出版局, pp.47-58, 2007.
- [20] 林昌俊 他: 電卓使用時の高齢者のメンタルモデル構築度合の把握, 平成 18 年度日本人間工学会関西支部大会予稿集, pp.13-16, 2006.

土井 俊央 (学生会員)

2008 年奈良工業高等専門学校電気工学科卒業。2010 年和歌山大学システム工学部卒業。現在, 同大学院システム工学研究科博士前期課程在学中。認知人間工学, メンタルモデル, ユーザビリティ, ヒューマンインタフェース,

ユーザインタフェースデザイン等の研究に従事。日本感性工学会学生会員, 日本人間工学会関西支部学生会員, 人類労働学会学生会員。

富永 彩容子 (非会員)

2009 年和歌山大学システム工学部卒業。現在, 同大学院システム工学研究科博士前期課程在学中。認知人間工学, メンタルモデル, 観察工学, サービス工学, ユーザビリティ, ユーザインタフェースデザイン等の研究に従事。

山岡 俊樹 (正会員)

1971 年千葉大学工学部工業意匠学科卒業, 同年東京芝浦電気 (株) 入社, 1991 年千葉大学自然科学研究科博士課程修了。1995 年 (株) 東芝, デザインセンター担当部長, (兼) 情報・通信システム研究所ヒューマンインタフェース技術研究センター研究主幹, 1998 年和歌山大学システム工学部デザイン情報学科教授 (学術博士), 現在に至る。