

氏名（本籍）	土井 俊央（京都府）
学位の種類	博士（工学）
学位授与番号	甲第73号
学位授与日付	平成27年3月25日
専攻	システム工学専攻
学位論文題目	ユーザインタフェースデザイン開発のためのユーザのメンタルモデル構築に関する研究
学位論文審査委員	(主査) 教授 鱒坂 恒夫 (副査) 教授 原田 利宣 准教授 満田 成紀 教授 山岡 俊樹（京都女子大学）

論文内容の要旨

【研究の位置付け】

これまでの多くの研究ではメンタルモデルの役割や性質を調査するものが多く、メンタルモデル検討の重要性や方向性を述べるに留まっていた。ユーザインタフェースデザインにおいてメンタルモデルの観点をどう反映するかを具体的に示した研究は少なく、メンタルモデル構築を考慮したデザインや評価のための有効な手法は十分に確立されておらず、その端緒となる知見も少ない。本研究では、メンタルモデルの考え方をユーザインタフェースのデザイン開発で活用することを目指し、メンタルモデルの観点をデザインに反映する際に役立つ体系的な知見の把握やツールの提案を目的とした。

【背景】

昨今、情報機器は技術の進歩に伴い高機能化し、動作原理が一目瞭然でわかるわけではなく、機器はブラックボックス化されているといえる。この操作でユーザは画面を通して階層化・抽象化された情報を扱う。このような状況で適切な操作を行うためには、ユーザとデザイナーのメンタルモデルを一致させる必要がある。ユーザとデザイナーのメンタルモデルのギャップをなくすような設計が望ましく、メンタルモデルを考慮したユーザインタフェース設計が必要である。また、メンタルモデル構築を支援する工夫を施すことにより、ユーザにシステムの理解を促進させ、より正確な操作が期待できる。これらのことから、使いやすいユーザインタフェース（特に、画面を通して操作するユーザインタフェース）をデザインするために、ユーザのメンタルモデルを考慮することは非常に重要である。

【各章での結果・考察】

本論文では、(1)メンタルモデルを構築するためのユーザ特性の把握、(2)ユーザのメンタルモデル構築に関わる要素の把握、および(3)メンタルモデルの観点をデザイン開発に活用するためのツールの開発、の3点に目的を分け、各章で検討を進めた。

第3章では、メンタルモデル構築に関わるユーザ特性の把握を目的として、メンタルモデル構築度合とユーザの内的資源の関係性を調査した。内的資源としては、製品への態度、ユーザの経験、経歴、既存知識、活動状態指向性、ワーキングメモリに着目した。各内の資源とメンタルモデル構築の関係は、既存研究の調査および機器操作実験によって検討した。この結果、(1)製品や操作に対する態度、(2)類似製品の操作経験、(3)製品に依存しない基本的な製品操作知識がメンタルモデル構築に関わる内的資源であることが考察された。

第4章では、ユーザのメンタルモデル構築に関わる要素の把握を目的として、その仮説抽出を行った。人間の3つの情報処理プロセスに基づく3Pタスク分析を活用してインタフェース操作時のメンタルモデル構築に必要な下位項目を抽出し、それらと種々の関連研究からメンタルモデル構築に関わる可能性が示唆された9要素を仮説として抽出することができた。

第5章では、第4章で抽出されたメンタルモデル構築への関連が示唆される仮説要素の検証と各要素間の関係性の検討を目的としてユーザインタフェース操作実験を行った。架空リモコンインタフェースとデジタルカメラを実験対象機器として、プロトコル分析とメンタルモデル構築度合測定課題を実施した。そして実験協力者の発話プロトコルとメンタルモデル構築度合の関係からメンタルモデル構築要素とそれらの関係を検討した。その結果、メンタルモデル構築要素の検討としては、有意な相関や有意差の見られた7つの要素をメンタルモデル構築要素として絞り込んだ。またメンタルモデル構築要素間の関係の検討としては、各要素間の遷移、土台となる中心的な要素、特徴的な要素および媒介中心性の高いメンタルモデル構築に不可欠な要素を把握した。

第6章では、デザイン開発の中でメンタルモデルの観点を活用するためのツールの開発として、ユーザのメンタルモデル構築度合想定アンケートを提案した。アンケート調査を行い、相関分析や因子分析の方法によって17項目を選定した。そして、17項目についての信頼性および妥当性を検討した。また、再テスト法や交差妥当性の検討によって他標本

による信頼性および妥当性を確認した。さらに、デジタルカメラについての機器操作課題を通して、実際の機器操作課題に関連する妥当性を確認したことにより、デザイン開発現場での実際の利用の可能性を示すことができた。

第7章では、デザイン開発の中でメンタルモデルの観点を活用するためのツールの開発として、メンタルモデル構築要素に基づいてデザイン方針の体系化を行い、ガイドライン項目を示した。また形式概念分析とクラスタ分析によって各項目のメンタルモデル構築への関係を考察した。これらの各デザイン方針項目の提案と体系化により、これまでデザイン開発時に参照されてきた各項目について、メンタルモデル構築への寄与という観点を追加した活用が期待される。

【成果】

本論文の中で論じた研究の中で得られた主な成果について以下の表にまとめる。これらの各成果は、ユーザインタフェースのデザイン開発プロセスの各フェーズで活用が可能である。活用が考えられるフェーズを表中に示す。

章	成果物	活用できるフェーズ
第3章	・メンタルモデルを構築するためのユーザ特性	・ユーザ調査
第5章	・メンタルモデル構築に関わる要素 ・各要素間の関係性 ・ユーザのメンタルモデル構築モデル	・ユーザ調査 ・評価
第6章	・ユーザのメンタルモデル構築度合想定アンケート	・ユーザ調査 ・評価
第7章	・メンタルモデル構築要素に対応したデザイン方針 ・各構築要素に応じたコンセプトラティス図	・デザイン可視化 ・評価

【展望】

本研究で把握した一連のメンタルモデル構築に関する知見については、今後さらに多くの異なるインタフェースや異なるユーザ群によって実験することにより、メンタルモデル構築要素の精緻化および深耕つなげると考えられる。また人間がメンタルモデルを活用する場面はインタフェースだけでなく多岐にわたる。製品のユーザインタフェースだけにとどまらず、昨今注目されているサービス分野などへ展開することにより新たな知見の獲得が期待される。

さらに本研究で提案したアンケートやデザイン方針などのツールについては、メーカーなどでの実際のデザイン開発に適用していくことが考えられる。様々なデザイン開発現場において本手法を利用することにより、デザイナーや開発者からのフィードバック、実務でのより効率的な適用方法や本手法の有用性を検討することができる。また本手法を用いたデザイン開発を通して作成された製品の市場評価やユーザビリティ評価も有用なフィードバックとなり得る。こうした実務への適用を通して、本手法を多様な観点から検討することにより、さらに有用な手法へと収束していくことが期待される。

これらのように本研究結果は、今後も研究や実務の中で繰り返し、多様な視点から検討していくことが重要である。こうした取り組みにより洗練された実用的な知見および手法に近づくと考えられる。

キーワード

メンタルモデル, ユーザインタフェースデザイン, ユーザ調査, 評価

論文審査の結果の要旨

本研究は情報家電製品や公共機器のユーザインタフェース設計に関して、ユーザのメンタルモデル（機器操作に対して持つイメージ）がいかに関構築されるかを体系的に把握し、その構築の度合や構成要素に応じた設計指針を与えたものである。メンタルモデルに関する従来研究はモデルそのものの基本的性質の解明に留まっていたのに対して、本研究はそれを実際のユーザインタフェースデザインに反映させユーザビリティを向上させる方策を見いだした点で貢献が大きい。7つのメンタルモデル構築要素を実証的に特定した上で、それを用いて従来は関係性がよく議論されていなかった35のデザイン項目間の関係を形式概念分析によって明確化した。この成果はユーザ特性の検討やデザイン可視化、デザイン評価などさまざまな開発プロセスに活用できる知識と手法となり、産業界で実応用の可能な研究結果を与えたといえる。以上のことから本申請は博士論文として価値あるものと判定した。

最終試験の結果の要旨

公聴会（平成27年2月2日開催）終了後、論文の内容およびその背景と展望について試問を行った結果、質疑応答および見解が適切であり、博士学位授与に値する専門的知見・学識を有すると判断した。論文の記述内容と研究発表および試問の結果を総合的に検討し、最終試験に合格したものと判定した。