原著論文

ヒューマンデザインテクノロジーに基づいたインタフェース構築手法

－ ホームセキュリティシステムのコントローラ改善事例 －

平田 一郎^{*, **}, 後藤 泰徳^{*}, 山岡 俊樹^{**}

^{*} 兵庫県立工業技術センターものづくり開発部, ^{**} 和歌山大学システム工学部

Proposal of User-interface Method Based on Human Design Technology

－ Case Study of Improvement of a Home Security System's Controller －

Ichiro HIRATA^{*, **}, Yasunori GOTO^{*} and Toshiki YAMAOKA^{**}

^{*} Product Innovation Dept, Hyogo prefectural institute of technology, 3-1-12 Yukihira-cho, Suma-ku, kobe-shi, Hyogo 654-0037, Japan

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

Abstract : The purpose of this study is to develop a user interface design method based on Human Design Technology (HDT). HDT has useful procedure to develop product design, however doesn't have clear procedure in case of user interface. So, we propose a method that is based on HDT to develop the user interface. This method has three steps to design the user interface. These steps are as follows. (1) description of interface specifications, (2) visualization of interface sequence and hierarchy of user tasks, and (3) prototyping of the user interface. A home security system's controller which was redesigned by the method was evaluated for verifying the effectiveness of this method. The improved user interface design was compared with the current controller by usability evaluation. The results of evaluation show this method is also useful and effective to develop the user interface.

Keywords : Human Design Technology, Structured Concept, User Interface

1. は じ め に

人材的な面や時間的な面で余裕のない中小企業の現場では、企画や製品コンセプトの立案に時間を割くことが難しく、また、そのような経験者も少ない[1]。そこで、製品開発の経験が少ない設計者でも論理的に製品開発が行える手法として、ヒューマンデザインテクノロジー(以下HDT)[2]が提唱されており、中小企業での活用事例も報告されている[3, 4]。HDTは、「構造化コンセプト」と呼ばれる製品コンセプトを作成するのが特徴である。構造化コンセプトとは、コンセプトを構成するキーワード(以下コンセプト項目)をツリー構造により図解し、各コンセプト項目にウェイト付けを行う方法である。コンセプト項目にウェイト付けを行うことで、製品仕様の優先項目が明確となり、開発工程の後戻りが少なくなるため、開発期間の短縮化が可能となる。また、製品開発プロセスの一部を数値化し明確化することで、経験の浅い設計者でも開発可能な手法となっている。このHDTのデザイン項目は、種々の製品開発でも活用できるよう工夫されている。その反面、インタフェース特有の設計条件である画面の流れ(以降シーケンス)や階層構造の可視化方法については言及されていない。これまで、HDTを活用したインタフェースの開発事例が報告されていない要因として、インタフェース特有の設計方法が不明瞭であることが考えられる。しかし、製品の使いやすさを大きく左右するインタ

フェースについて、企業からの開発要望も多く[5]、中小企業の現場で活用可能なインタフェースの開発手法が望まれている。

そこで本研究は、中小企業の現場で活用されている製品開発手法(HDT)をもとに、インタフェース開発に特化した開発手法を提案する。具体的には、構造化コンセプトにより決定したインタフェースの設計方針に基づき、シーケンスおよびタスクフローの可視化を行い、操作タスクをシミュレーションするためのプロトタイプによりインタフェースを評価・検証する方法である。

本稿では、中小企業が開発したホームセキュリティシステムを実例として、上記手法によりインタフェース改善を試みた。さらに、改善インタフェース案と現行インタフェースについて、プロトコル分析のタスク達成率による定量評価と、主観評価による定性評価により操作の比較を行い、提案手法の有効性について検証した。

2. インタフェース構築プロセス

本稿で提案するインタフェース構築手法の開発プロセスについて述べる。図1に、HDTプロセスにおける本研究の位置づけを示す。HDTをインタフェース開発に活用に必要な設計項目として、次の3点をHDTに導入する。

- ① 構造化コンセプトに基づいたインタフェース仕様表の作成
- ② 「シーケンス」と「階層構造」の可視化

③ インタフェースのシミュレーション可能なプロトタイプ
の作成

HDTの「構造化コンセプト作成」プロセスで、コンセプトに基づいた「インタフェース仕様表」を作成し、システムと想定ユーザを明確化する。「デザイン案の作成」プロセスで、「操作タスクの決定」と「画面デザイン案の作成」を行い、画面デザイン案をシミュレーション可能なプロトタイプを作成する。以降、本手法の各プロセスについて説明する。

2.1 ユーザ要求事項の抽出及び製品の状況把握

構造化コンセプトを構築するため、ユーザが対象機器に求めている機能や操作方法に関するユーザ要求事項 [6] を3Pタスク分析 [7, 8] により抽出する (図2)。各シチュエーション (図2ではシーン) での行動を細かく分解し (図2ではタスク)、「情報入手」「理解・判断」「操作」の人間の情報処理プロセスの3ポイントから問題点の分析を行う。抽出した問題点に対する解決案をユーザ要求事項として活用する。

また、ユーザのアンケートデータを相関分析 [9] や数量化理論Ⅲ類 [10] などの統計手法を用いて分析することで、既存製品や他社製品に対する価値観や好みなど状況が把握できる [11]。これらの結果も3Pタスク分析と同様、ユーザ要求事項を抽出する方法として有効な手法である。

HDTによるデザインプロセス

図1 HDTと本研究の関係

シーン	問題抽出			解決案	
	情報入手	理解・判断	操作		
電源ボタンを探す	手がかりがない			他のボタンと差異をつける	
電源ボタンを押す		押した後の反応	ボタンが小さく押しづらい	適切なフィードバック	押しやすい大きさ
予約ボタンを探す	文字のコントラストが低い				
予約ボタンを押す					

図2 3Pタスク分析による問題抽出

①ユーザ要求事項のグループ化

②項目のボトムアップ

③階層化とウェイト付け

④70デザイン項目への対応付け、方針決定

図3 構造化コンセプト作成

2.2 構造化コンセプト作成

抽出したユーザ要求事項に基づき、構造化コンセプトを作成する（図3）。抽出したユーザ要求事項（下位項目：図3ではA, B, C...）を基にボトムアップ式に階層化を行う。あるいは、ユーザ要求事項を基にトップダウン式に階層化を行っても良い。分類した各グループのコンセプト項目（中位項目：図3ではX, Y, Z）によりコンセプトを階層化する（図3では②）。中位項目の合計が100パーセントになるように、各項目のウェイト付けを行う。このウェイト付けは、コンセプトの方向性を示す大事な作業である。ユーザの声を反映させたウェイト付け以外に、企画者としての意思を反映させたウェイト付けも可能である。

さらに、下位項目を70デザイン項目に対応させ、インタフェース全体の設計方針を決定する（図3では④）。70デザイン項目とは、「ベテランのデザイナーやエンジニアが保有するモノづくりに関する知識を一般化し、モノづくりや可視化の手がかりとなる項目」である[12]。70デザイン項目を参照することで、経験の浅い設計者やデザイナーもコンセプト項目の可視化が比較的容易となる。構造化コンセプトにより、インタフェース全体の設計方針が明確となる。

2.3 インタフェース仕様書の作成

構造化コンセプト作成と並行し、インタフェースの仕様表を作成する（図4）。仕様表を作成することで、設計項目がより明確となる。「システム側」と「ユーザ側」の両方から仕様内容を決定する。

システム側では、インタフェースを構成するシステム全般の仕様について記載する。具体的には、システムの特長、インタフェース機能、タスクの観点から仕様を決定する。

想定ユーザの項目は、ユーザ属性以外に、インタフェースの習熟度や生活スタイル、インタフェースに対するユーザのメンタルモデルを明確にする。ユーザが機器に対する操作イメージに関する項目である「メンタルモデル明確化」では、メンタルモデルを2種類のモデル（structural model, functional model）[13]から記述する。functional modelとは、「どのように使うか」を理解するためのモデルのことで、文脈依存型の機能モデルである。それに対し、structural modelは、「どのように動いているか」を理解するためのモデルのことで、文脈非依存型の構造モデルのことである[14]。インタフェースに関するメンタルモデルの観点から説明すると、functional modelは操作ボタンの意味や手順、内容を理解するモデルで、structural modelは、インタフェースの階層構造を理解するモデルである[15]。

異なるユーザ属性が複数想定された場合は、それぞれの想定ユーザを明確化するため、想定ユーザの項目を分ける。

2.4 操作タスクの可視化

インタフェースを開発するためには、コンセプトの明確化に加え、「シーケンス」と「階層構造」の関係について検討する必要がある。各画面と画面に含まれる情報を構造化する

ことにより、各情報の関係が可視化される。各画面の情報については、操作タスクの分析により決定する。操作タスクの可視化の概要を図5に示す。

目標の明確化		空調(温度、風量、予約)を行い、スムーズに操作してもらえること	
システムの明確化	システムの把握	機能(専用・汎用)	汎用機器
		入力デバイス(種類、特性、長所、短所)	液晶/パネル(3インチ)
		使用環境(温度、照明、騒音、場所)	住宅、壁面、リビング
		使用時間	5分
システムの明確化	インタフェース機能の明確化 システムとユーザの機能面での割り当て	運用システム	個人が操作
		・ 入力には液晶と機能的なボタン、 ・ 3秒以上操作がなければ、メイン画面に戻る ・ 入力をサポートするものとして、音声ガイドを採用	
システムの明確化	タスクの明確化 ユーザにどのような作業をしてもらうか	・ 液晶に表示された情報を読み取り、シートスイッチによる入力 ・ 上下ボタンで選択、決定	

ユーザの明確化 (メインユーザ)	ユーザ層の明確化	年 齢	30~50歳
		性 別	男女問わない
		職 業	多様なユーザ
		年 収	500万円以上
	ユーザレベルの明確化	習熟度	問題なく習熟可能
		教 育	大学以上 卒業
		経 験	ドットマトリクスタイプは経験が少ない
		生活スタイル	・ シンプルな生活 ・ デザイン重視のインテリア ・ ロハス志向
	ユーザのメンタルモデルの明確化 ユーザの機器に対する操作イメージ	Functional model	操作手順を理解できる
		Structural model	情報を構造的に理解できる

ユーザの明確化 (サブユーザ)	ユーザ層の明確化	年 齢	60歳~75歳
		性 別	男女問わない
		職 業	大手企業、団体職員
		年 収	年金
	ユーザレベルの明確化	習熟度	ある程度習熟可能
		教 育	高等学校以上 卒業
		経 験	ドットマトリクスタイプの経験がない
		生活スタイル	・ 夫婦で生活 ・ テレビはあまり見ない ・ 高いものを長く使う
	ユーザのメンタルモデルの明確化 ユーザの機器に対する操作イメージ	Functional model	操作手順は何とか理解できる
		Structural model	情報の構造的な理解は難しい

図4 仕様書の記載例

図5 操作タスクの可視化

タスク	サブタスク	ウェイト	デザインエレメント				画面デザイン案
				70デザイン項目	Functional Model	Structural Model	
メイン画面	エアコン電源	50	電源	・身体負担の低減 ・簡素性	電源 →		
	エアコン温度	30	28℃	・マッピング ・メタファ	↑ ↓ → 28℃		
			28℃				

図6 インタフェースデザイン案の作成

操作タスクの可視化により構造化された各タスクにウェイトを付ける。このウェイト付けは、構造化コンセプトから導き出されるが、操作タスクにウェイト付けを行うことで、ユーザビリティ評価時に各タスクの重要性が確認できる。

タスクを結ぶラインの太さとウェイト値を対応させることで、タスク間の関係がより明確となる。タスク間の関係分析と並行し、シーケンスの種類（逐次型、並列型、ツリー型、非循環ネットワーク型、循環ネットワーク型、ハイパーリンク型）[16]を決める。想定ユーザの特性（メンタルモデルなど）を考え、階層構造や分岐（システムの分岐点に戻る、タスクの分岐点に戻る、一つ前のタスクに戻るなど）の種類を検討する。

2.5 インタフェースデザイン案の作成

構造化コンセプトによる画面構成案と情報の構造化による操作タスクフローをもとに、各画面のデザインを作成する。図6に構築方法の概要を示す。

各画面の「サブタスク」に対応した「ウェイト値」と「2.2 構造化コンセプト」で抽出した70デザイン項目との対応づけを行う。デザインエレメントについても、構造化コンセプトと操作タスクに基づくウェイト付けを行い、ウェイトに応じたサイズ、形状でデザインエレメントを作成する。例えば、ウェイトの高いデザインエレメントは、表示面積を大きくし、コントラストを強く強調するなど他との差異をつける。

デザインエレメントは、2種類のメンタルモデル(functional model, structural model)の観点からレイアウト検討を行う。functional modelでは、「手がかり」や「マッピング」を考慮したレイアウトを行い、structural modelでは、「情報構造の理解」や「容易な情報検索」を考慮したレイアウトを検討する。最後に、各エレメントを統合し、画面デザイン案を作成する。

2.6 プロトタイプによる検証

インタフェースデザインは、各画面のレイアウトに加え、シーケンスの理解しやすさを検証することが重要である。そのためには実際の操作の流れをシミュレーションし、ユーザテストにより検証を行う必要がある[17]。簡易なシミュレーション方法として、ペーパープロトタイピング[18]が有

効とされている。しかし、今後のインタフェースにおいて重要な要素である「ボタンの点滅速度」や「操作を促すアニメーション表現」[19]について、ペーパープロトタイプではシミュレーションできない。そのため、アニメーションツールを使用したプロトタイプ作成が望ましい。また、実際の製品に近い操作条件でシミュレーションするためには、マウス操作よりもタッチパネルによる直接操作が適している。そこで、本研究では、フラッシュ(Adobe社製アニメーションツール)とタッチパネルモニタで構成したタッチパネルプロトタイピング[20]を提案する。プロトタイプの作成手順を図7に示す。「2.4 インタフェースデザイン案の作成」によるデザインエレメントごとに素材を作成する。各エレメントには、「2.3 操作タスク」に応じた数行のプログラムコードを記載する。動きを伴うエレメントは、別途アニメーション画像を用意しておく。それらを組み合わせたフラッシュアニメーションを作成し、タッチパネルに表示させる。この手法により、最終製品に近い操作シミュレーションが可能とな

①アニメーションソフトでプログラム

②タッチパネルでシミュレーション

図7 タッチパネルプロトタイピング

る。さらに、このプロトタイプは操作履歴の測定も容易となるため、達成時間等によるパフォーマンス測定を行う場合においても有効な手法である [21]。

2.7 購入後の使用実態調査

商品購入後の使用実態調査を行い、問題点を次期製品にフィードバックさせることが重要である。開発プロセスにおいて、プロトタイプ分析によりデザイン案の評価を行っている。しかし、時間経過で発生する問題点は、上記評価だけでは発見できないため [22]、導入後に実態調査を行う必要がある。実態調査を行うことで発見された問題はユーザ要求事項に変換し、時期商品のコンセプト項目として活用できる。

以上のプロセスによりインタフェース構築を行うことで、これまでのHDTでは困難であった「具体的なインタフェースへの落とし込み」が実現可能となる。次項では、実際の製品開発に導入した事例の結果から、本手法の有効性について検証する。

3. 提案手法の適応事例

インタフェース開発手法の有効性を検証するため、兵庫県内の中小企業が開発したホームセキュリティシステムの操作画面のインタフェース改善に、本手法を適応した。

3.1 ホームセキュリティシステムについて

対象となったホームセキュリティシステムの外観を図8に示す。外出前に操作画面を使ってセキュリティを設定しやすくするため、玄関先での使用を想定した設計がされていた。セキュリティロックがかかった状態で窓やドアが開いた場合、部屋に設置されたウェブカメラにより部屋の映像が記録され、家族の携帯電話にもメールで連絡が入るシステムとなっていた。さらに、このシステムは、各部屋に設置された家電を制御するための遠隔家電制御機能やウェブ観覧機能が付加されていた。

この製品のインタフェースは、「直感的に操作できるコントローラ」という製品コンセプトに基づき、社内会議で仕様を決定し、2名のエンジニアが設計したものであった。

図8 ホームセキュリティシステムの概要

3.2 改善プロセス

3.2.1 ユーザ要求事項の調査

3Pタスク分析により現行製品の問題抽出を行い、抽出された問題の解決案をユーザ要求事項に変換した (図9)。タスク分析の結果、79項目の問題を抽出し、コストと製造面から解決可能な10項目を選択した。

3.2.2 構造化コンセプト作成

3Pタスク分析により抽出したユーザ要求事項10項目をボトムアップ式に階層化を行い、「一覧性の確保」「視認性の確保」「安心できる操作感」「一貫性の確保」の4項目に分類 (中位項目) した (図10)。下位項目と70デザイン項目を対応させた構造化コンセプトを作成し、インタフェースデザインの設計方針を決定した。構造化コンセプトから、インタフェースの設計方針として、「一覧性」「簡素性」「マッピング」「フィードバック」「一貫性」を考慮し、設計することとなった。

3.2.3 インタフェース仕様書の作成

構造化コンセプトと並行し、インタフェースの仕様表を作成した (図11)。対象製品は、戸建住宅への設置を想定して設計されており、新築購入時に住宅設備の一部として納品される販売形態となっていたため、新築購入者を想定ユーザとして設定した。想定ユーザは、メインユーザとサブユーザの2種類設定した。メインユーザは、新築購入者である28～40歳のユーザ像を設定した。サブユーザは、メインユーザと同居人している両親を想定し、仕様表を作成した。

サブタスク	情報入手面	理解・判断	操 作	解決案	ユーザ要求事項
画面に触れる		タッチパネルであることに気づきにくい		スクリーンセーバーで操作を促す	操作を促す工夫
操作ボタンを押す		フィードバック音	パネルの角度		適切なフィードバック・押しやすい角度
画面が切り替わる	ボタンの数が少ない	わかりやすい・通常画面、天気ボタンなど冗長度が高すぎないか?		現在の状態がわからない	ボタンをカスタマイズできない
インターネットのボタンを押す		ラベルが英語表記である (特に高齢者)	玄関で長時間インターネットはしない	周りに人にはうるさい	
		文字の大きさは基準を満たしているか? 反響が強い	表示が暗い		項目をカスタマイズ

図9 3Pタスク分析によるユーザ要求事項の抽出

図10 構造化コンセプトによる方針決定

3.2.4 操作タスクの可視化

構造化コンセプトとインタフェース仕様表に基づき、操作タスクの可視化を行った(図12)。

目標の明確化		・セキュリティ操作をスムーズに操作してもらえること	
システムの把握	システムの把握	機能(専用・汎用)	汎用機器
		入力デバイス (種類、特性、長所、短所)	液晶式タッチパネル(17インチ)
		使用環境 (温度、照明、騒音、場所)	住宅、玄関
		使用時間	5分
		運用システム	個人が操作
	インタフェース機能の明確化 システムとユーザの機能面での割り当て	・ 入力はタッチパネル、 ・ 3分以上操作がなければ、スクリーンセーバー機能が起動 ・ 操作すると、音によるフィードバックがある	
タスクの明確化 ユーザにどのような作業をしてもらうか	・ 画面に表示された情報を読み取り、タッチパネルによる入力		

ユーザの明確化 (メインユーザ)	ユーザ層の明確化	年 齢	28～40歳
		性 別	男女
		職 業	サラリーマン、公務員
		年 収	500万円以上
	ユーザレベルの明確化	習熟度	問題なく習熟可能
		教 育	大学以上 卒業
		経 験	パソコンの使用経験あり
		生活スタイル	・ 郊外の住宅地 ・ 庭付きの一軒家 ・ パソコンよりも新聞やTVで情報収集
	ユーザのメンタルモデルの明確化 ユーザの機器に対する操作イメージ	Functional model	操作手順を理解できる
		Structural model	情報を構造的に理解できる

ユーザの明確化 (サブユーザ)	ユーザ層の明確化	年 齢	60歳～75歳
		性 別	男女
		職 業	無職
		年 収	年金
	ユーザレベルの明確化	習熟度	ある程度習熟可能
		教 育	高等学校以上 卒業
		経 験	パソコンの使用経験は少ない
		生活スタイル	・ 息子夫婦と同居 ・ テレビはあまり見ない ・ 高いものを長く使う
	ユーザのメンタルモデルの明確化	Functional model	操作手順は何とか理解できる
		Structural model	情報を構造的に理解できる

図11 インタフェース仕様表の作成

図12 操作タスクの可視化

3.2.5 インタフェースデザイン案の作成

構造化コンセプトとインタフェース仕様表、可視化された操作タスクに基づき、インタフェースデザイン案を作成した(図13)。

3.2.6 プロトタイプ作成

タッチパネルプロトタイピングにより、操作シミュレーション可能なプロトタイプを作成した。

4. 比較実験

本研究で提案した手法の有効性を検証するため、「既存の操作画面(図14上)」と「本手法により改善したインタフェース(図14下)」の比較実験を行った。

タスク	サブタスク	ウェイト	エレメント	70デザイン項目	Functional Model	Structural Model	画面デザイン案
セキュリティロック	セキュリティロック	40		・適切な用語 ・具体性の低減 ・簡潔性			
	施錠状態確認	40		・マッピング ・メタフィア			
	ウェブカメラで部屋確認	20		・適切な用語 ・マッピング			
インターネットによる情報確認	インターネットによる情報確認	100		・適切な用語 ・マッピング			

図13 インタフェース案の作成

現行 UI

改善 UI

図14 インタフェースの比較

プロトコル分析[23, 24]により操作性の問題分析を行い、アンケートとインタビューによる主観評価[25]から、コンセプトの妥当性について検証を行った。

4.1 実験協力者

「既存の操作画面」と「本手法により開発したインタフェース」について、それぞれ別の協力者により実験を行った。

「既存の操作画面」での実験協力者は、30代男性5名、女性2名、40代男性2名、女性1名の計10名（平均年齢38.6歳）であった。「開発したインタフェース」の実験協力者は、30代男性3名、40代男性3名の6名（平均年齢42歳）であった。

4.2 プロトコル分析による評価

実験協力者には、ホームセキュリティシステムの概要と、操作画面で制御可能な機能を説明後、下記の11課題を実施した。なお、実験協力者に操作説明書は提示しなかった。

課題1：鹿児島県の天気を確認して下さい

課題2：明日の天気を確認して下さい

課題3：ドアや窓が閉まっているか確認して下さい

課題4：この製品には、留守中にドアや窓が開くと警告音と画面の点灯で侵入者を威嚇する機能が付いています。この機能を有効にして下さい。

課題5：この製品には、留守中にドアや窓が開くと警告音と画面の担当で侵入者を威嚇する機能が付いています。この機能を解除して下さい。（パスワードは1234です）

課題6：この製品には、留守中にドアや窓が開くと警告音と画面の点灯で侵入者を威嚇する機能が付いています。この機能を有効にして下さい。

課題7：室内灯をつけてください。

課題8：パスワードの変更を行って下さい（現在のパスワードは1234です）

課題9：現在、カメラはドアを向いています。右下に見えている植木を中央に見えるように移動してください。

課題10：インターネット機能を使用し、今日の運勢を見て下さい

課題11：最初の画面に戻って下さい

課題1, 2は、天気予報画面の操作性についての評価、課題3, 7, 11は間取り図のマッピングについて、課題4-6はセキュリティ設定のためのボタンの位置について、課題8はボタンの配色および操作方法について、課題9はウェブカメラの操作方法について評価した。

課題を実施中、できるだけ頭の中で考えていることを発話してもらうことで、戸惑いやわかりにくさに関する問題抽出を行った。達成が難しいと判断した課題については、挙手により課題未達成の意思表示をしてもらい、次の課題へ移った。

4.3 主観評価

アンケートとインタビューによる主観評価を行った。プロトコル分析の課題が終了ごとに、操作性についてアンケート

により操作性に関する評価を求めた。回答形式は「使いやすい」「やや使いやすい」「あまり使いにくい」「使いにくい」4段階評価とし、「使いやすい」を4点、「使いにくい」を1点として得点化した。最後にインタビューを行い、コンセプト項目の妥当性の検証および操作性に関する調査を行った。インタビューでは、アンケートの評価結果をもとに、その要因について調査した。

5. 実験結果および考察

5.1 プロトコル分析結果および考察

各課題の操作達成率の内訳を図15に示す。上位が現行のインタフェース（以降、現行UI）で、下位が本手法で構築したインタフェース（以降、改善UI）による達成度である。操作達成度の定義は、「1. 達成できなかった」「2. 迷いながら達成」「3. 問題なく達成」の3段階とし、観察によりその達成度を測定した。なお、操作ミスを繰り返し行ったが操作を完了できたユーザは、「2. 迷いながら達成」としてカウントした。全体的に、改善UIの達成率が高かった。

課題1（鹿児島県の天気を確認して下さい）について、現行UIでは、メイン画面上に表示された日本地図をドラッグ操作により移動させる必要があった。それに対し、改善UIで

課題

図15 操作達成度の内訳

は、「インターネット」ボタンを押し、ウィンドウをインターネットページに移動させ、天気の情報を確認する必要があった。プロトコル分析の結果、現行UIでは地図画面の移動方法に戸惑うユーザが確認され（10人／10人）、改善UIでは、鹿児島県の天気検索方法に戸惑うユーザが確認された（2人／6人）。改善UIのタスク達成率が良かった要因として、構造化コンセプト項目の70デザイン項目（一貫性）に基づき、「ボタン形状の統一」と「タッチ操作での操作に統一」したことが考えられる。また、インタフェース仕様表から、メインユーザは「情報を構造的に理解できる」と判断し、一画面の情報量を減らし（デザイン項目：簡索性）、階層構造による操作タスクにした結果、一画面の情報が整理されていたことが影響し、高い操作達成率が実現したと推測できる。

課題6（この製品には、留守中にドアや窓が開くと警告音と画面の点灯で侵入者を威嚇する機能が付いています。この機能を有効にして下さい）は、操作画面を使ってセキュリティの機能を有効にする課題である。現行UIでは、セキュリティボタンにステイタスが表示される仕様となっていた。改善UIは、セキュリティボタンとは別の場所に、ステイタス表示画面を付けていた。これは、70デザイン項目（一貫性）および（一貫性）に基づきデザインしていた。さらに、操作タスクを可視化する場合、ステイタスウィンドウの項目のウェイトを高くした（60%）デザインとなっていた。そのため、現在のセキュリティ状況が認知しやすいデザインとなっていることで、ユーザの操作ミスが少なかったと考えられる。

課題9（現在、カメラはドアを向いています。右下に見える植木を中央に見えるように移動してください）は、部屋に設置してあるウェブカメラの視点を遠隔操作する課題である。現行UIでは、ウェブカメラの画像をタッチすると、タッチした場所にカメラが移動する仕様となっていた。この操作方法は、特殊な操作方法であった点と、操作の手がかりがなかったため、操作できないユーザがいた（2人／10人）。改善UIでは、天気確認と同様、別画面で操作する仕様となっており、全員が操作できた。コンセプト項目（一貫性）に基づいた設計がされており、課題1の時と同類の方法で操作可能であったことが、ユーザに理解しやすい操作方法となっていたと考えられる。

課題10と11では、改善UIのコンセプト項目「操作はボタンタッチのみ」「適切なフィードバック実現」を反映したインタフェースとなっているのに対し、現行UIではドラッグ操作とタッチ操作が混在していたため、操作達成度に差が出たと推測される。

現行UIは、画面の現在状況や設定状態が確認できないインタフェースであったため、課題実施中、操作を戸惑っている状況が確認された。また、機器のフィードバックが明確でなかったことから、同じボタンを複数回押し、操作を繰り返す傾向が見られた（4人／10人）。それに対し、改善UIでは、機器の状態を常に表示するエリアを設定しており（70デザイン項目：一貫性）、操作を行った際に必ず音が鳴るようにしていた（70デザイン項目：フィードバック）ため、操作

を戸惑うユーザも少なく全般的に操作達成率も良かった。

5.2 主観評価の結果および考察

使いやすさの主観評価として、各課題の実験後に取得した評価について述べる。課題1および2では、現行UIの特徴であった「大きな天気表示」が、ユーザにとってあまり重要な項目でないことがわかった（8人／10人）。また、各部屋の施錠状態やウェブカメラの映像画面などセキュリティに関する情報について、もう少しわかりやすく表示して欲しいとの意見があった（5人／10人）。それに対し改善UIでは、セキュリティ関係の情報が大きく表示されたデザインとなっており、ユーザの要求に応えたデザインであった。この背景には、本手法「タスクの可視化」において、設定タスク「セキュリティをかける」タスクのサブタスク「部屋の施錠状態を確認」に全体の40パーセントのウェイトが置かれており、部屋の施錠状態を確認するための表示面積を大きくしていたことが挙げられる。表示部と操作部のレイアウトについても、部屋の間取り図に出入り口の施錠状態がマッピング（70デザイン項目）されたデザインとなっていたことから、課題3に対してユーザ全員が使いやすいと感じたと推測される。

現行UIのカラフルなパスワード設定ボタンに対し、好ましく思っていないユーザが多く、使いにくいと感じていることが確認された（6人／10人）。改善UIでは、70デザイン項目（簡索性）に基づき、一画面に使用する色数も制限したことが使いやすいと感じられた要因として考えられる。

現状UIでは、ほとんどの機能を一画面に表示させたデザインになっていたのに対し、改善UIでは一部の機能を階層構造にすることで、一画面の情報量を減らしていた。これは、「インタフェース仕様表」において、想定ユーザ（メインユーザ）が「パソコン経験あり」で「情報構造の把握ができる」メンタルモデルを持っているユーザと判断し、階層構造のインタフェースにしていた。また、想定ユーザ（サブユーザ）が65歳以上であることから、深い階層構造のインタフェースは避け、1タスクで最高3階層までに制限した[27]。

さらに、「使いやすい」「やや使いやすい」「やや使いにくい」「使いにくい」の4段階で評価をしてもらい、「使いやすい」を4点、「使いにくい」を1点として得点化した結果（表1）からも、本手法により改善したインタフェースの有効性が確認できる。

表1 各タスクの尺度評価の平均点と標準偏差

課題	現行UI		改善UI	
	平均	SD	平均	SD
1	2.30	0.48	3.67	0.52
2	2.00	1.05	4.00	0.00
3	2.20	1.03	3.33	0.52
4	2.20	1.14	2.67	1.37
5	3.20	0.79	3.67	0.52
6	2.00	1.33	4.00	0.00
7	2.90	0.88	3.67	0.52
8	3.60	0.70	4.00	0.00
9	1.80	0.92	3.67	0.52
10	2.80	1.55	4.00	0.00
11	3.70	0.48	4.00	0.00

ユーザが改善UIを操作しやすいと感じた要因として、本手法により、一貫したインタフェースを構築できたことが考えられる。また、本手法によりコンセプトとインタフェースの仕様、操作タスクが明確となり、インタフェースに対する分析が行いやすくなったことも確認できた。

6. まとめと今後の課題

本研究は、中小企業の現場で活用可能なインタフェース開発を目的に、これまで中小企業の現場で活用されていたHDT手法をインタフェースデザイン手法として再構築した。以下に結論を示す。

- HDTの「デザイン案の作成」プロセスでは詳細に決まっていなかった「インタフェースのシーケンス」および「情報構造」の可視化を行い、インタフェースを構築する手法を提案した。
- 既存のホームセキュリティシステムのインタフェースを対象に、本手法によるインタフェース改善を行い、現行のインタフェースとユーザテストにより比較した結果、本手法の有効性が認められた。
- 本手法により、インタフェースを構築することで、設計方針や操作タスクが明確となるため、開発後の分析や改善策を検討する際にも有効な手法である。
- 本手法は、中小企業の現場で活用されているHDTに基づき開発された手法であるため、中小企業で導入しやすく、今後の活用が期待できる。

今後は、インタフェース仕様書の項目を精緻化し、想定ユーザとインタフェースデザインの関連について研究を進める予定である。また、これらの改良と並行して、実際のインタフェース開発に本手法を活用し、検証事例と分析により、手法の高度化を進めたい。

謝 辞

今回の研究に協力して頂いた和歌山大学の岡田衛様、熊田俊昭様、吉川嘉修様、下野文弘様に深く感謝致します。

また、今回の研究の評価対象製品であるホームセキュリティシステムは、株式会社見栄電子様に製品を提供していただきました。この場を借りてお礼を申し上げます。

参 考 文 献

[1] 山岡俊樹 編著：デザインセクションに見るデザインマネジメントの要諦，海文堂出版，pp.121-137，2005。
[2] 山岡俊樹：ヒューマンデザインテクノロジー入門，森北出版，2003。
[3] 澤島秀成，山本政男，木田裕之，杉山陽二，畠中順子：HDT（Human Design technology）による人間中心設計について，奈良県工業技術センター研究報告 No.29，pp.34-38，2003。

[4] 西村睦夫，浜芳典，田村正雄，坪山尚子，趙小明，染谷透，山岡俊樹，高見到，堀田英志：ヒューマンデザインテクノロジーに基づく活用事例案（2），デザイン学研究，研究発表大会概要集（47），pp.350-351，2001。
[5] 平田一郎，後藤泰徳，磯野禎三，有年雅俊：次世代インタラクティブデザイン研究会，兵庫県立工業技術センター研究報告，2008。
[6] 山岡俊樹：ヒューマンデザインテクノロジー入門，森北出版，pp.23-25，2003。
[7] 山岡俊樹 編著：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，pp.150-161，2002。
[8] 山岡俊樹：ヒトにやさしいモノづくり～「ヒューマンデザインテクノロジー」第2回ユーザニーズを探る＜1＞，ダイワーク，8月号，pp.34-35，2001。
[9] 高橋信：Excelで学ぶコレスポネンデンス分析，オーム社，2005。
[10] 井上勝雄：パソコンで学ぶ多変量解析の考え方，丸善，pp.123-139，1998。
[11] 神田範明 編著：商品企画七つの道具，日科技連，pp.111-133，1995。
[12] 山岡俊樹：ヒューマンデザインテクノロジー入門，森北出版，pp.101-142，2003。
[13] Jenny Preece, Yvonne Rogers, Helen Sharp: Human-Computer Interaction, pp.123-139, Addison-Wesley Publishing, 1994。
[14] 林昌俊，森亮太，吉岡英俊，山岡俊樹：電卓使用時の高齢者のメンタルモデル構築過程の把握，平成18年度日本人間工学会関西支部大会講演論文集，pp.13-16，2006。
[15] 平田一郎，山岡俊樹：高齢者の電子機器の操作に関する一考察，平成20年度日本人間工学会関西支部大会講演論文集，pp.137-140，2008。
[16] 社団法人人間生活工学研究センター編：ワークショップ人間生活工学 第3巻，丸善，pp.99-101，2005。
[17] 山崎和彦，吉武良治，松田美奈子：使いやすさのためのデザインーユーザセンタードデザイン，pp.135-151，丸善，2004。
[18] 樽本徹也：ユーザビリティエンジニアリングーユーザ調査とユーザビリティ評価実践テクニック，オーム社，pp.72-80，2005。
[19] 小林祐毅，加藤善裕，西田善彦，水野喜信，吉田光一，吉田真由子，山岡俊樹：製品とユーザのやり取り（インタラクション）に着目した製品評価手法の考察，平成18年度日本人間工学会関西支部大会講演論文集，pp.5-8，2006。
[20] 平田一郎，後藤泰徳，中本裕之，後藤浩二，富田友樹：ユーザビリティ評価によるデザイン改善手法の開発，兵庫県立工業技術センター研究報告代16号，pp.44-45，2007。
[21] 吉田昇平，山岡俊樹：高齢者を対象としたGUIの構造パターンに関するユーザビリティの研究，第5回日本感性工学会春季大会・KEER2009予稿集，11C-04，2009。
[22] 新家敦：ユビキタスセンサを利用した行動観察手法の開発

－ In-Situ Ergonomics －，日本人間工学会誌第42 巻特別号，pp.30-31，2006.

- [23] 海保博之，原田悦子編：プロトコル分析入門，新曜社，1993.
- [24] 黒須正明，伊藤昌子，時津倫子：ユーザ工学入門，共立出版，p.131，1999.
- [25] 福田忠彦研究室編：人間工学ガイド 感性を科学する方法，サイエンティスト社，pp.4-5，2004.
- [26] 川喜田二郎：発想法，中公文庫，p.99，1967.
- [27] 平田一郎，吉田昇平，山岡俊樹：高齢者の電子機器操作に関する一考察，日本人間工学会第45 巻特別号，pp.424-425，2009.

平田 一郎（正会員）

1998 年神戸芸術工科大学芸術工学部工業デザイン学科プロダクトデザインコース卒業，同年兵庫県立工業技術センター産業デザインセンター入所，2002 年より兵庫県立工業技術センターものづくり開発部研究員，2007

年和歌山大学大学院システム工学研究科博士後期課程入学，現在にいたる．専門：ユーザインタフェースデザイン，プロダクトデザイン，人間工学．

後藤 泰徳（非会員）

1987 年武蔵野美術大学造形学部基礎デザイン学科卒業，1989 年～1990 年国際協力事業団（委嘱）ネパール工業省/家内工業局，1992 年 兵庫県立工業技術センター産業デザインセンター入所，2002 年より兵庫県立工

業技術センターものづくり開発部主任研究員，2006～2008 年神戸芸術工科大学非常勤講師．専門：プロダクトデザイン，ロボットデザイン，人間工学．

山岡 俊樹（正会員）

1971 年千葉大学工学部工業意匠学科，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，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），現在にいたる．専門：人間工学

（日本人間工学会認定 人間工学専門家），ユーザインタフェース，工業デザイン，製品開発，サービス工学，観察工学，ユニバーサルデザイン，デザインマネジメント，米国人間工学会（HFES），ISO・TC159（人間工学）委員，Universal Access in the Information Society（UAIS）Journal のeditor，他を担当．