

操作手順の言語的な記述に基づくユーザインタフェース設計法

米村 俊一^{†1} 浜田 洋^{†2}
徳永 幸生^{†3} 岡崎 哲夫^{†4}

本論文では、多機能電話機において、操作手順の一貫性の確保、設計者と利用者の操作概念の一致、および操作の可視化を図ることによって学習しやすい操作手順を設計する方法について述べる。まず、多機能電話機の操作手順を、話し言葉として日常使う自然言語のように記述して「操作構文」と「操作語句」を抽出し、通話系と登録系の2種類に操作構文を統合する。このことにより、操作手順の一貫性を確保した。次に、利用者の行動分析に基づいて操作構文の順序を設計し、設計者と利用者の操作概念の一致を図った。さらに、操作語句から共通要素を抽出してボタン化し、操作語句を可視化した。本手法に基づいて多機能電話機のユーザインタフェースを設計し、パソコン上でシミュレートして操作性評価実験を行った結果、操作手順の学習が早期に完了し、エラー発生率の低いことが明らかとなった。

User Interface Design Method Based on Verbal Description of Operation Sequence

SHUN-ICHI YONEMURA,^{†1} HIROSHI HAMADA,^{†2} YUKIO TOKUNAGA^{†3}
and TETSUO OKAZAKI^{†4}

This paper describes a user interface design method for telephones that offer dozens of communication functions. To simplify phone operation, the method uses verbal descriptions how all the functions of the phone are accessed. A common sentence structure that consists of several operation units is extracted from the descriptions of operation sequences of all communication functions. We created two common sentence structures for the 73 functions available in one phone system. We combined operation phrases in the most appropriate common sentence structure for the communication function. Finally, we extracted common operation units from the operation phrases and visualized them as buttons. A usability test for a phone system whose interface was designed based on the method was conducted using a simulation running on a personal computer. The results of the test indicate that the new user interface is very easy to use.

1. ま え が き

エレクトロニクス技術の進歩にともない、通信機器の高度で多様なサービスが開発されている。しかし、このような高度化・多様化の進展は、一般に通信機器の操作手順を複雑にし、機器操作の学習を困難にする。特に、電話機のように生活必需品として家庭に広く普及している通信機器は、年齢・性別ともに幅広い利用

者層が想定されるだけに、操作手順の複雑さをいかに回避するかはユーザインタフェース(UI)設計上の大きな課題であった。

これまでの様々な研究により、分かりやすいUIを設計するためには、操作の可視化や利用者に分かりやすい概念モデルの導入、操作と結果の対応性の確保、操作に対するフィードバックを十分に検討することが重要とされている¹⁾。とりわけ、学習しやすい操作手順を設計するためには、

- 設計者と利用者との間で機器の操作概念を一致させること^{2)~4)}
- 一貫性のある操作手順を設計すること^{5)~7)}

が重要であると報告されている。

実際、市販されている多機能電話機では、いくつかの主要な機能について、上記を含むUI研究の知見^{8)~13)}

†1 NTT 東日本研究開発センタ
NTT EAST Research and Development Center

†2 NTT 東日本通信機器事業部
NTT EAST Customer Equipment Department

†3 芝浦工業大学工学部
Shibaura Institute of Technology

†4 NTT ソフトウェアネットワークソフトウェア事業部
NTT Software Corporation

を取り入れた設計がなされている。しかし、多機能電話機のように競争の激しい状況下での開発では、許される短い期間で矛盾なく多くの機能を動作させる制御プログラムを設計することを優先させるため、旧機種 of 制御プログラムを流用して効率的に電話機開発を行わなければならないのが現状である。このため、必ずしも利用者の立場に立って、すべての機能にわたって一貫性のある操作手順を実現しているわけではない。せっかくの機能が使いにくい、使えないという苦情が多い理由の1つがここにある。今後もさらに利便性の高い様々な機能を装備した電話機が開発されると考えられるが、装備されている機能は利用者に使われなければ意味がない。すべての機能について、学習しやすい操作手順の設計法が求められている。

本論文では、機能数が50を超えるような多機能電話機において、実証的なアプローチによって、操作手順の一貫性の確保、設計者と利用者の操作概念の一致、および操作の可視化を図る。これに基づき、多機能電話機に装備されているすべての機能について、学習しやすい操作手順を設計する方法を提案する。

具体的には、

- (1) 利用者が多機能電話機を操作する際に発生するトラブルの原因の9割が、操作手順の不具合であることを実験的に明らかにする。
- (2) その不具合を解消するため、多機能電話機の操作手順を話し言葉として日常的に使用する自然言語のように記述し操作言語を体系化し、操作概念の一致、一貫性の確保、および操作の可視化を図る。
- (3) 前項(2)で得られた体系に基づいて多機能電話機の操作手順を設計し、パソコン上でその操作性評価実験を行う。

以下、2章では多機能電話機の評価実験とその結果について述べ、3章では操作手順の自然言語的な記述に基づくインタフェース設計法を提案する。また、4章では3章で提案した設計法に基づいて電話機の操作手順を設計し、5章ではパソコンのシミュレーションによりインタフェース評価を行う。

2. 多機能電話機の操作性評価：実験1

利用者が多機能電話機を操作する際に発生するトラブルを抽出し、インタフェース設計上の問題点を実証的に明らかにするため、実機を用いた操作性評価実験を行った。

2.1 電話機の概要

評価実験で使用した電話機は、留守番や簡易発信機

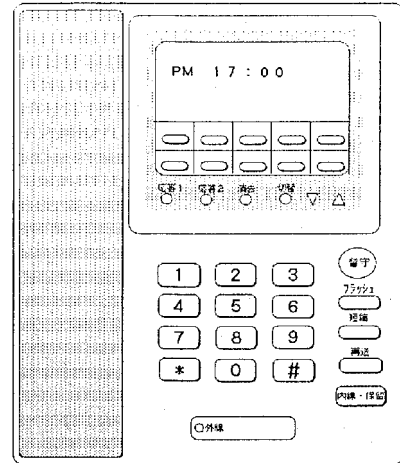


図1 実験1で使用した多機能電話機の外観図
Fig. 1 Overview of the telephone examined in experiment 1.

能のほか、時計・カレンダーや通話先の規制など73機能を装備する多機能電話機である。電話機の外観図を図1に示す。本電話機は、液晶表示器(カナ, 数字を9文字×2行を表示可能), 12個のテンキー, 10個のワンタッチボタンのほか、8個の機能キーを装備している。操作面の寸法は、縦217mm, 横170mmであり、机上据え置き型である。

2.2 被験者

被験者は、多機能電話機の主要な利用者である40~59歳までの男女、合計10人で、日常使用しているのは単体電話機または留守番機能付きのコードレス電話機である。実験後のインタビューでは、10人中8人が、短縮番号などの登録操作は行ったことがないと報告した。

2.3 実験方法

一般的によく利用される機能、および、お客様サポートセンタの窓口で問合せの多い機能を9種類選び、各機能について被験者に操作を行わせた。図2に、実験で使用した9種類の機能とその操作手順を示す。図2の左端には、機能名称と操作ステップ数を、また、右側には各機能の操作手順を記述した。図2で、丸で囲まれた文字は電話機のボタン、受話器に矢印のマークはハンドセットの上げ下げ、矩形に人のマークは会話行為を表している。図2に示す機能のうち、スタッキングダイヤルとは電話機が逐次記憶する発信番号履歴(現在から遡って3回分までを記憶している)から、ユーザが1個を選択して発信する簡易発信機能である。

実験者は、図3に示すような実験課題を文章で記述した「課題カード」を被験者に提示することにより、

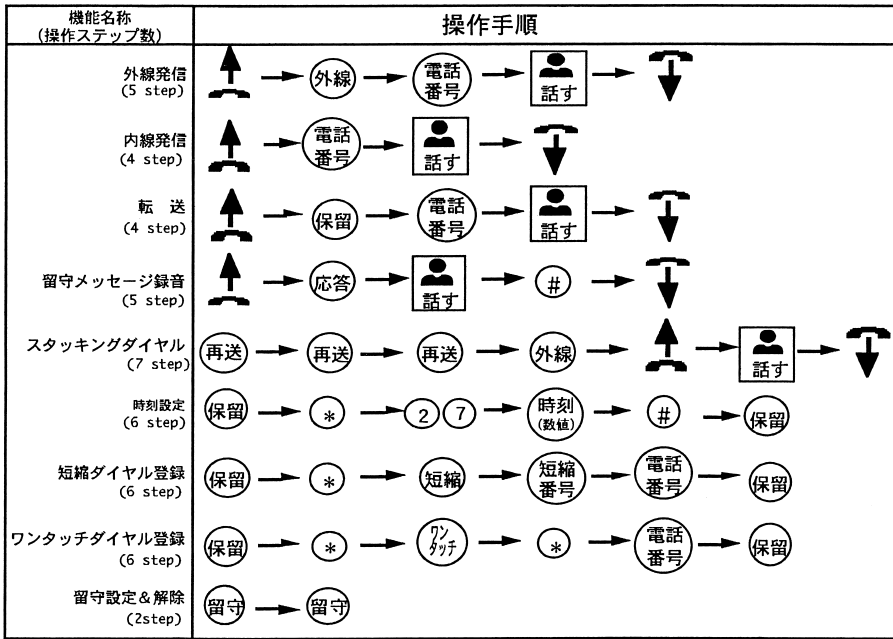


図 2 多機能電話機の操作手順例

Fig. 2 Typical operation sequences of functions examined in experiment 1.

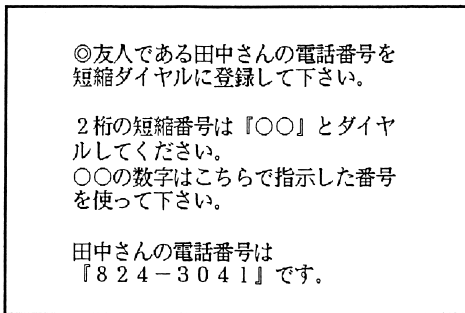


図 3 評価実験で使用した「課題カード」

Fig. 3 An example of the task card in experiment 1.

電話機を操作させた。この際、たとえば電話機の各ボタン操作を行うことによって電話機がどのような内部状態になるのかといった、メカニズムの説明はいっさい行わなかった。課題カードの提示順序は、ランダムとすることにより課題の実行順序の影響を抑えた。また、実験者は被験者の脇に座り、必要に応じて被験者に指示を与えた。被験者には、課題遂行中に頭に浮かんだことをすべて声に出して話すよう指示した。被験者の操作はビデオカメラで撮影し、実験終了後、ビデオ映像をもとに操作中に発生したトラブルを抽出するとともに、トラブル発生時に被験者が発話した内容をプロトコル分析し、その原因を推定した。

実験課題を設定するにあたり、利用者が初めて電話

機を操作する状況として次のような3つの段階を想定した。

- (1) はじめに、店頭などで販売員の説明を受けながら、その場で教わったとおりの操作を行う。
- (2) 販売員から操作説明を受けた直後、今度は販売員の助けを借りずに自ら電話機の操作を試みる。
- (3) 一定時間経過(電話機を購入して帰宅するなど)後、再度、自力で電話機の操作を行う。

評価実験では、この状況と対応するよう、次に示す3つの実験フェーズを設定した。

(1) 学習フェーズ

はじめに実験者が各機能の概要と操作手順を説明する。その直後、被験者に電話機の操作を行ってもらい、各機能について、被験者が実験者の説明どおり操作できるようになるまで、説明・操作を繰り返す。

(2) 直後再生フェーズ

学習フェーズを終わるとただちに、課題カードをランダムな順序で被験者に示し、電話機の操作を行わせる。このとき、操作手順の説明は行わない。もし、正しく操作できなかった場合には実験者が操作説明を行う。正しく操作できるまで、説明・操作を繰り返す。

(3) 遅延再生フェーズ

直後再生フェーズを終了してから30~40分経過後、課題カードをランダムな順序で被験者に示し電話機の操作を行わせる。このとき、操作手順の説明は行わな

い。もし、正しく操作できなかった場合には、実験者が操作の手順を説明した。正しく操作できるまで、説明・操作を繰り返す。

2.4 実験結果

(1) エラーの分類

実験で発生したエラーについて、被験者の操作をプロトコル分析してその原因を推定し、物理レベル、知覚レベル、認知レベルの3つに分類し、ユーザインタフェース設計上の問題点を整理した。物理レベルとは、たとえば小さいボタンが近接しすぎるために2つのボタンを同時に押したエラーなど、電話機を構成する部品の物理形状や動作などが原因で発生するエラー。知覚レベルとは、たとえば表示器のメッセージが見にくかったり操作音が聴こえにくいなど、視覚や聴覚に対する情報入力が原因で発生するエラー。認知レベルとは、たとえば操作手順が分からなくなって操作を進めることができないなど、機器操作の記憶・学習の不完全さが原因で発生するエラーである。

エラー分析の結果、どの実験フェーズにおいても、発生したエラーの90%以上が、たとえばボタンを押す順番を間違えたり、次に押すべきボタンが分からなくなるなど認知レベルのエラーであった。

(2) 認知レベルのエラー分析

そこで、認知レベルのエラーについて詳細な分析を行った。図4は、操作手順誤り(認知レベルのエラー)の全発生件数である。横軸はエラー発生件数、縦軸は実験で使用した機能名である。図4に示した操作手順誤りでは、必要な操作の抜け、および不要な操作の挿入の2種類をカウントした。

図4より、外線発信、内線発信、転送、留守設定・解除は、どの実験フェーズでもエラー数が少なく、操作手順の学習が早期に完了したことを示している。他方、ワンタッチダイヤル登録、スタッキングダイヤル、短縮ダイヤル登録、留守メッセージ録音は、学習フェーズと直後再生フェーズでエラー数が多く、遅延再生フェーズでエラー数が減少している。これは、学習フェーズ、および直後再生フェーズでは操作手順の学習が完了せず、操作できるようになるまで多くの繰り返し学習が必要であったと考えられる。

また、図2に示した各機能の操作ステップ数と図4の比較より、どの実験フェーズにおいても操作ステップ数とエラー数は比例していない。たとえば、ワン

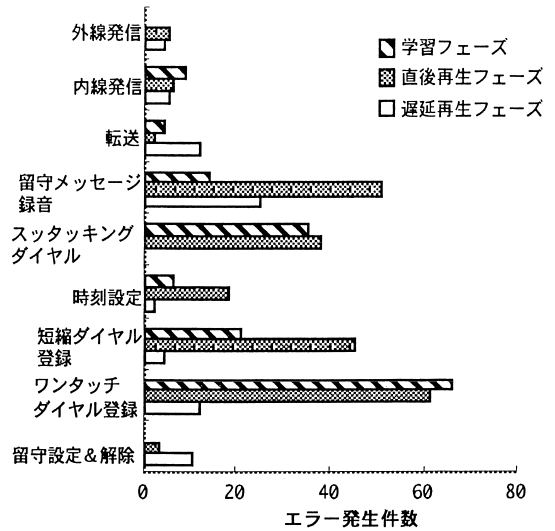


図4 操作手順誤りの発生件数

Fig. 4 Errors recorded in experiment 1.

タッチダイヤル登録、短縮ダイヤル登録、時刻設定はともに6ステップであるが、エラー数は大きく異なっている。このことは、エラー発生の原因を操作のステップ数の大小だけで判断すべきではないことを示している。

2.5 考察

(1) エラー発生の要因

スタッキングダイヤルでは、被験者が最初の操作として受話器を上げるというエラーが多発した。外線発信、内線発信、転送といった通話系機能の大半は、最初に受話器を上げるという操作から始まるが、スタッキングダイヤルの操作はこの部分が他と異なっている。単機能電話機の操作になれ親しんでいる被験者にとって、通話系機能を実行する手順の概念モデルは、まず受話器を上げることであったと考えられる。したがって、スタッキングダイヤルで発生したエラーは、通話系機能の操作手順の概念モデルとして、被験者が期待するモデルと被験者の期待に反するモデルが混在し、概念モデルの一貫性が欠如したために発生したと考えられる。今回の実験で使用した多機能電話機では、発信系の機能は全部で16種類あり、それのうち最初に受話器を上げてしまうと使用できない機能は、スタッキングダイヤルのほかにプリセットダイヤル、ネーム検索発信、スクロール発信の4機能であった。もし、利用者が、これらの機能で発信することを考えて操作を行えば、同様のエラーを生ずる可能性が高い。

ワンタッチダイヤル登録では、特に学習フェーズにおいて「登録モード」移行時、および「機能選択」時

実際、物理レベルのエラーを回避するために大きな操作ボタンを装備した電話機が販売されている。また、ほとんどすべての電話器で、知覚レベルのエラーを防止するために表示器の輝度や音量などを調節することができるよう設計されている。

に「*」を押し忘れるエラーが多かった。前者は、登録モードに移行すべきこと、およびその最初の操作が「保留・内線」ボタンを押下することは分かっていたが、その次に「*」を押下することができなかった。後者はワンタッチダイヤル登録の機能を選択する操作で、最初の操作が「ワンタッチボタン」を押下することは分かっていたが、その次に「*」を押下することができなかった。すなわち、このエラーは、タスクの実行順序は分かっていたが、その操作手順を学習できなかったために発生したエラーである。この機能では、「*」のように、被験者にとって機能の目的や操作の概念とは直接結び付かない記号が組み込まれた手順を暗記する、いわゆる無意味綴りの記憶・再生が必要であり、しかも、その記号が組み込まれた手順とそうでない手順が混在していたことが操作モデル構築を妨げ、結果的に操作手順の学習を困難にしたと考えられる。本実験で使用した多機能電話機では、登録系機能は全部で26機能あるが、この種の操作を必要とする機能は8個であった。したがって、これら8つの機能も同様なエラーを引き起こすことが予測される。

このように、評価実験で発生したエラーは、電話機を扱う際、2種の操作モデルが混在し、一貫性が欠如したこと、およびタスクとその操作手段であるボタンが相互に結び付きにくい手順とそうでない手順が混在していたことが主要な原因であると考えられる。ここで発生したエラーは、操作モデルやボタンの意味が状況によって変化してしまうことが原因であるため、たとえばボタンに付与するラベルを工夫するといった方法のみではエラーへの対処が難しい。

(2) 操作手順の意味

電話機の機能を利用するためには、受話器を上げたりボタンを押す行為を決められた順番で実行する必要がある。当然ながら、一連の手順はそれぞれ電話機の状態を制御するうえで意味を持っているからである。たとえば、時刻設定の操作手順は「保留」→「*」→「27」→「時刻」→「#」→「保留」であるが、はじめの「保留」「*」は登録モードへの移行を意味し、「27」は時刻設定の機能番号、「#」は時刻データの終了記号、最後の「保留」は登録モードの終了を意味する。

しかし、高度で多様な機能を持つ電話機をタイミング良く市場に出すことを求められるような開発では、短時間で状態制御の無矛盾性を確保しなければならず、ごく少数の限られた開発者が従来のプログラムを流用しながら電話機開発することも少なくない。このため、徐々に機能を追加した多機能電話機では、機能全体にわたる見通しが難しく、操作手順は電話機が矛盾なく

動作することを第1に考える、いわゆる機械主体の発想で設計されていた。このことが、結果的には多機能電話機の操作手順の一貫性を欠く原因となっている。また、別の側面から考えると、多機能電話機の操作手順の一貫性が欠けるのは、もともと機能数の少ない単体電話機の操作手順と、コンピュータによるPBX制御を前提としたビジネスホンの操作手順がもとの形を保ったまま同居していることが主要因であろう。

3. 操作手順の自然言語的な記述に基づくユーザインタフェース設計法

我々が日常用いている自然言語は、様々な事象の意味や構造を考えるための使い慣れた道具である。もし、日常用いている自然言語に近い文法によって人間と整合性の良い操作手順を設計することができれば、人間から機械への意図伝達が容易になることが期待される。

本論文では、操作手順の構造や意味を話し言葉として日常用いている自然言語に近い文法によって記述し、その記述を基本として学習しやすいユーザインタフェースを設計する手法を提案する。

具体的には、電話機の操作手順を自然言語的に記述して操作構文、操作語句を抽出し、操作構文を通話系と登録系の2種類に統合して操作手順の一貫性を確保する。次に、利用者の行動分析に基づいて操作構文の設計を行い、設計者と利用者の操作概念の一致を図る。さらに、操作語句から共通要素を抽出してこれをボタン化し、操作語句の可視化を行う。

図5は、外線発信の操作手順を自然言語的に記述した例である。図5に示すように、外線発信の操作手順は、最初に受話器を上げ、相手の電話番号を入力し、次に、外線ボタンを押すことにより発呼が始まる。この操作手順を自然言語的に記述すると、はじめに「発信する」宣言を行い、発呼の相手である「Aさん」の電話番号を入力し、次に「外線で」発信することを決定して実際に発呼を始める、と表される。Aさんと回

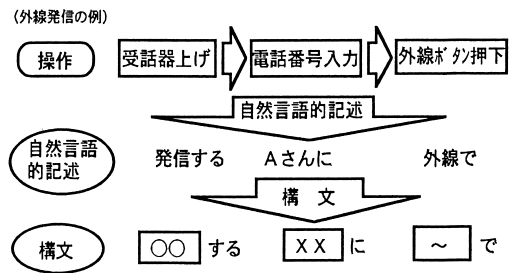


図5 操作の自然言語的な記述例
Fig. 5 Example of a verbal description for phone operation.

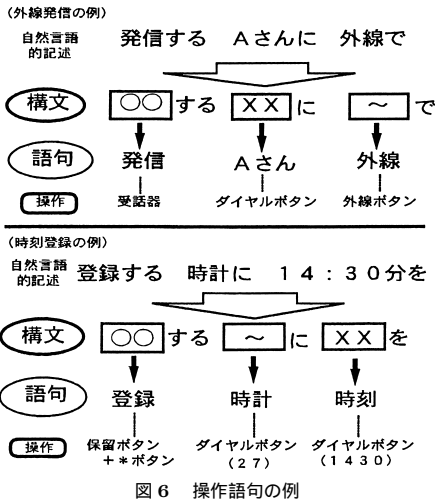


図 6 操作語句の例

Fig. 6 An example of the phrase combination.

線が接続されて話を始め、終わったら受話器を下ろして通信を終了する。すなわち、この場合の自然言語的な記述は、

外線発信：「発信する」+「Aさんに」+「外線で」というように表現できる。

3.1 操作の構文

操作構文とは、機器操作の自然言語的な記述を基に抽出される作業の組み立て方である。図 5 に外線発信の操作構文の例を示す。外線発信の場合の「発信する」+「Aさんに」+「外線で」という自然言語的な記述は、他の機能の操作手順にもあてはめることができる。たとえば、転送は「転送する」+「Bさんに」+「内線で」というように表現される。同様にして様々な機能について、操作手順を自然言語的に記述して一覧すると、そこに共通の型が存在することが見えてくる。その共通の型が、操作構文である。

発信系の機能では、最初に発信の宣言を行い、通話の相手を指定し、次に回線を選択して、最後に操作を終了するという型が構文である。同様に、短縮登録や時刻設定といった登録系機能の操作構文は、最初に登録を宣言し、次に、機能の選択を行い、データ入力を行って、最後に登録を終了するという型である。このように、操作構文を抽出してテンプレートを作成し、全機能の操作手順を洗い出すことにより、操作構文レベルでの一貫性を検討することが可能となる。

3.2 操作語句

操作語句とは、操作構文の中身である。図 6 に操作語句の例を示す。外線発信の場合、構文の要素となる中身は、次のとおりである。「する」の中身は発信であり、「に」の中身は A さんの電話番号「xxで」

の中身は外線である。これら操作語句を実行する際には、受話器やボタンといった操作手段である操作デバイスが必要である。外線発信の例では、各操作語句を実行する操作デバイスは、それぞれ「受話器」「ダイヤルボタン」「外線ボタン」である。その他、時刻設定では「登録の宣言」「機能の選択」「データ入力」「登録終了」という操作構文に対応する操作語句は、既存の多機能電話機では「登録」「時計」「時刻」「終了」である。また、これらの操作語句を実行するボタン（操作デバイス）は「保留」+「*」、「27」、「時刻」+「#」、「保留」である。このような視点から操作手順を見ると、登録宣言の操作語句である「保留」+「*」、および登録終了の語句である「保留」は、登録という目的とは直接結び付きにくく、また、登録宣言と終了の語句で「保留」ボタンを共有しているため混乱しやすい。「機能の選択」「27」は、マニュアルを見ながら操作するか、または、この操作語句をユーザが記憶していなければ操作することができないため、ユーザに記憶負担を強いる。操作語句という見方で操作手順を洗い出すことにより、各機能を実行する操作手順の意味と、その実行手段（操作デバイス）の整合性を検討することが可能となる。

4. 多機能電話機のユーザインタフェース設計

4.1 操作の構文と語句の設計

操作手順の自然言語的な記述に基づき、多機能電話機のインタフェース設計を行った。インタフェースの設計方針は次のとおりである。

- (1) 操作構文は、機能の利用目的ごとに統一する。
- (2) 操作語句は、操作構文と単純な対応関係となるよう設計し、操作デバイスは操作語句との意味的な対応をとりやすくする。

具体的には、多機能電話機の操作構文、および、操作語句を次のように設計した。

(1) 操作構文

多機能電話機に装備されている全機能を、その目的によって、相手と話をする「通話系」機能と、様々な通話機能を利用する準備を行う「登録系」機能に分類し、通話系機能と登録系機能で各々操作構文を 1 種類に統一する。

通話系機能と登録系機能の操作構文を図 7 に示す。単体電話機系の機能である通話系機能の操作構文は、「通話する」「さんに」「外/内線で」「終了」とする。通話系機能の操作構文は日本語の語順とは異なるが、これは「通話系機能を利用する被験者は最初に受話器を上げる」という被験者の行動分析結果に基づい

ており、利用者にとっては違和感のない設計である。

また、コンピュータ系の機能に対応する登録系機能の操作構文は、既存の電話機で大きな問題がなかったことから、それとの整合性を考慮して「登録する」「機能に」「データを」「終了」で統一する。

(2) 操作語句

操作語句とそれを実行するデバイスは、両者の意味的な対応関係を利用者が容易に理解できるように設計することが重要である。操作語句では、登録系機能で共通的な動詞に相当する「登録」というラベルを付与したボタンを設置することにより「登録」という操作語句を可視化して操作デバイスとの対応関係を明確化した。また、登録モード移行時、および機能選択で部分的に使われていた「*」ボタン、データ入力で部分的に使われていた「#」ボタンは使用しないこととした。これは、無意味綴りを記憶・再生するという認知負荷を除去し、学習効率の低下を軽減するためである。

□ 操作構文は、通話系と登録系の2種類に統合する。

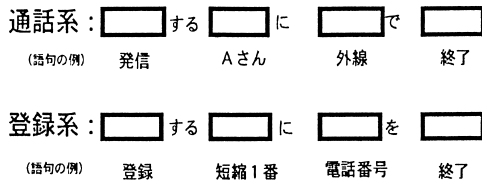


図7 多機能電話機の操作構文

Fig. 7 Two common sentence structures for phone operation.

4.2 電話機の操作手順

図8は、自然言語的な記述に基づいて設計した操作手順の例である。通話系の操作手順は、最初に受話器を上げることから操作が始まるよう統一した。また、登録系の操作手順は、最初に「登録」ボタンを押し、機能を選択した後、データを入力し、最後に「登録」ボタンで終わるとい操作となるよう統一した。

5. ユーザインタフェースの評価実験：実験2

操作手順の自然言語的な記述に基づいて設計したインタフェースの有効性を検証するため、パソコン上で電話機の操作シミュレータを作成し、操作性評価実験を行った。

5.1 被験者

被験者は、実験1に参加していない40~59歳までの男女、合計10人で、日常使用しているのは単体電話機または留守番機能付きのコードレス電話機である。

5.2 実験方法

お客様サポートセンタに問合せの多い、スタッキングダイヤル、ワンタッチ発信、短縮発信、転送、ワンタッチダイヤル登録、短縮ダイヤル登録、時刻設定について、被験者に操作を行わせた。実験1と同様に、被験者の操作はビデオカメラで撮影し、実験終了後、操作中に発生したトラブルを抽出した。実験2では、実験1と同様に、学習フェーズ、直後再生フェーズ、遅延再生フェーズの3つの実験フェーズを設定した。パソコンはApple社のMacintoshを使用し、HyperCard

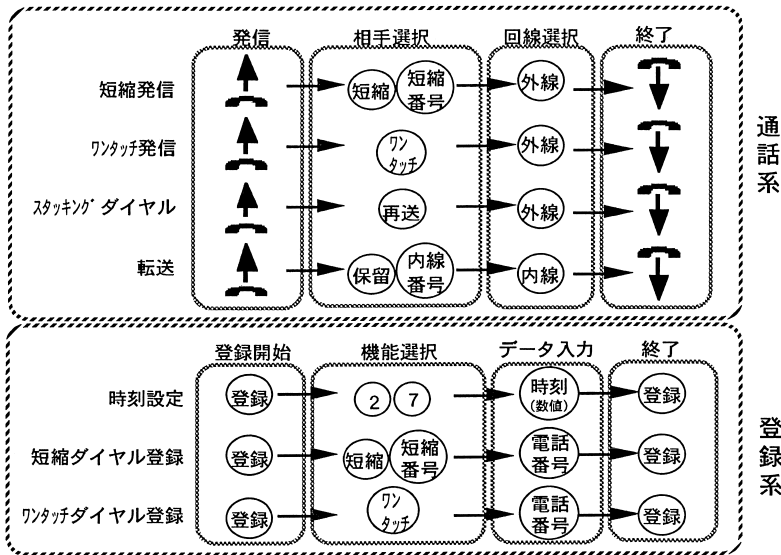


図8 自然言語的な記述に基づく操作手順の設計例

Fig. 8 Operation sequence designed by the proposed method.

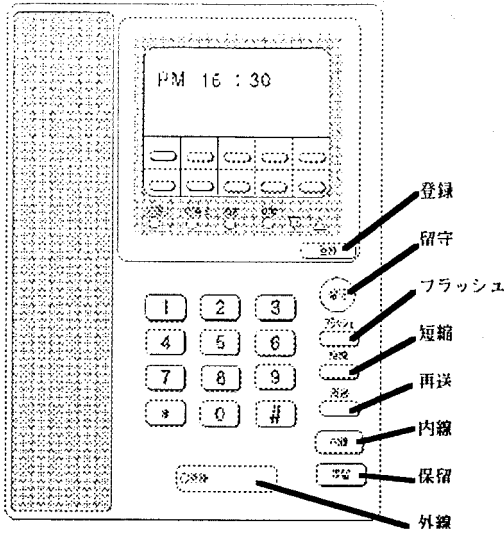


図9 実験2で使用した多機能電話機の外観図
 Fig. 9 Overview of the telephone examined in experiment 2.

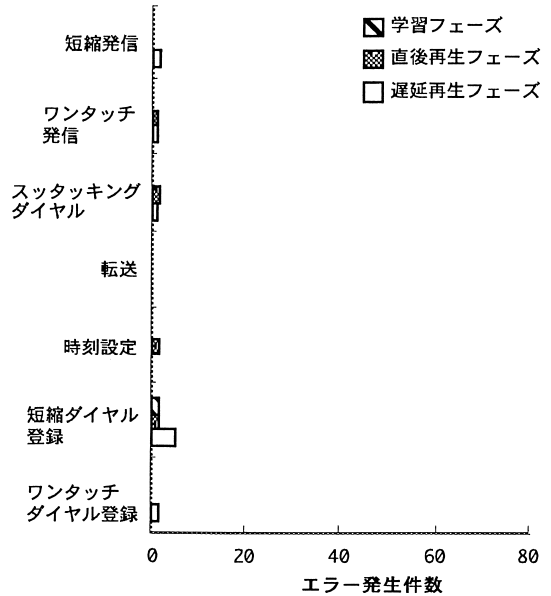


図10 自然言語的な記述に基づいて設計したインタフェースで発生した全操作誤り数
 Fig. 10 Errors recorded with the improved interface in experiment 2.

で電話機のシミュレータを作成した。パソコンのディスプレイは 21 インチ型を使用した。シミュレータの外観を図9に示す。被験者には、マウス操作が確実にできるよう実験前に十分練習させた。

5.3 実験結果

図10は、各実験フェーズで発生したエラー件数をすべての被験者について合計した値である。図10において、横軸はエラー発生件数、縦軸は実験で使用した機能名である。図10から分かるとおり、提案した手法により設計したユーザインタフェースでは、学習フェーズ、直後再生フェーズ、遅延再生フェーズそれぞれにおいてエラー件数は非常に少なかった。

なお、実機で行った操作性評価実験(実験1)とパソコンのシミュレータで行った操作性評価実験(実験2)は、実機とパソコンの違い、実験で評価した機能の種類の違いなど、実験条件の違いがある。そのため、たとえば実機では被験者が受話器に手をかける頻度も高く、実際に受話器を上げる行為も多く見られたが、パソコンのシミュレータでは受話器を上げる行為はそれほど多くなかった。これは、実機における受話器のアフォーダンスが強く作用したことが原因と考えられる。しかし、その点を除けば、電話機のボタン操作の速さなど、実機とパソコンでの被験者の行動の違いは見られなかった。したがって、電話機を操作する際の誤り率や学習効率の比較には、実験1と実験2の比較が十分有効であると考えられる。

以上、本論文で提案した設計法に基づき、パソコン

上で実現したインタフェースでは、操作誤りはほとんど発生しなかったことから、実験2ではどの被験者も最初の学習フェーズにおいて多機能電話機の操作学習が完了したと考えられる。

すなわち、電話機の機能を通話系と登録系の2つに分類し、それぞれ操作構文を統一したことにより、複数の操作モデルの混在、および、利用者が期待しない操作モデルに起因するエラーを抑えることができた。また「登録」という共通性の高い操作語句を可視化して操作デバイスとの対応関係を明確化したことにより、タスクとその操作手段であるボタン操作が相互に結び付きにくいことに起因するエラーを抑えることができた。その結果、操作の学習が早期に完了し、エラー発生を低く抑えることができたと考えられる。

6. むすび

本論文では、機能数が50を超えるような多機能電話機において、実証的なアプローチによって、操作手順の一貫性の確保、設計者と利用者の操作概念の一致、および操作の可視化を図り、多機能電話機に装備されているすべての機能について学習しやすい操作手順を設計する方法を検討した。その設計手法は、図11のブロックダイヤグラムに要約される。本手法に基づくインタフェースの操作性評価実験を行った結果、良好な結果が得られた。本設計法は、社内で通信機器を設

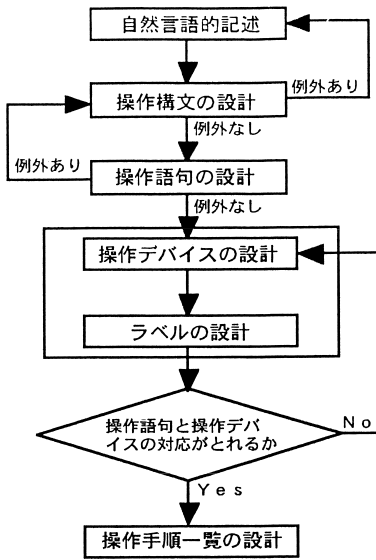


図 11 言語的な記述に基づくインタフェース設計法
 Fig. 11 A block diagram of the proposed interface design method.

計する際のテンプレートとして利用されている。この設計テンプレートを利用することにより、コードレスホン、ホームテレホン、ビジネスホンの仕様決定段階、および、設計ドキュメント作成段階で大幅に作業効率が向上した。さらに、FAX のユーザインタフェース設計においても本設計手法による作業効率向上が見られたことから、本論文で提案した設計法は、様々な通信機器のユーザインタフェース設計に適用可能であることを確認した。

謝辞 本研究を進めるうえで、実験および討論に熱心に参加していただいた NTT の星公夫氏、新井和之氏、浅野陽子氏、田澤晋氏に深く感謝いたします。また、評価実験において有益なご意見をいただいた NTT アドバンステクノロジーの加藤秀一氏、伊東昌子氏、後藤斉衣子氏、および実験に参加していただいた諸氏に深く感謝いたします。

参 考 文 献

- 1) Norman, D. (著), 野島 (訳): 誰のためのデザイン, 新曜社 (1990).
- 2) 小松原, 小林: 「意図形成-実行-評価」展開による手順的使いやすさの評価について, 人間工学, Vol.31, No.4, pp.259-267 (1995).
- 3) 松井, 横田, 徳永: 電話操作におけるメンタルモデル, 信学会論文誌 D, Vol.J70-D, No.11, pp.2058-2064 (1987).
- 4) 松尾, 本郷, 徳永: 電話システムにおける知識と行動, 信学会論文誌 D, Vol.J70-D, No.11,

pp.2065-2070 (1987).

- 5) 守屋, 中谷: コマンド操作の一貫性と区分情報, 情報処理学会論文誌, Vol.32, No.11, pp.1432-1444 (1991).
- 6) 米村, 星, 浜田: ユーザビリティ評価に基づく多機能電話機のインタフェース設計, 第 12 回フューシステムシンポジウム, pp.235-238 (1996).
- 7) 米村, 浜田, 徳永: 操作手順の言語的な記述に基づくインタフェース設計方法の検討, 第 12 回ヒューマンインタフェースシンポジウム, pp.251-254 (1996).
- 8) Deininger, R.L.: Human Factors Engineering Studies of the Design and Use of Pushbutton Telephone Sets, *The Bell System Technical Journal*, pp.995-1012 (1960).
- 9) Smith, S. and Mosier, J.: *Guidelines for Designing User Interface Software*, MITRE, Bedford (1986).
- 10) Apple: *Human Interface Guidelines: The Apple Desktop Interface*, Addison-Wesley (1987).
- 11) Brown, C.: *Human-Computer Interface Design Guidelines*, Ablex (1988).
- 12) Shneiderman, B.: *Designing the User Interface: Strategies for Effective Human-Computer Interaction*, Addison-Wesley (1987).
- 13) 通産省工業技術院 (監修): 家電製品操作性向上のガイドライン, 通産政策公報社 (1994).

(平成 11 年 2 月 5 日受付)

(平成 11 年 11 月 4 日採録)



米村 俊一

昭和 58 年新潟大学工学部電気工学科卒業。昭和 60 年同大学院修士課程修了。同年 NTT 入社。通信機器のヒューマンインタフェースの研究開発に従事。現在, NTT 東日本研究開発センタ・サイバースystem開発部門担当課長。電子情報通信学会, ヒューマンインタフェース学会, 日本人間工学会会員。



浜田 洋 (正会員)

昭和 53 年電気通信大学電気通信学部通信学科卒業。昭和 55 年同大学院修士課程修了。同年日本電信電話公社(現 NTT)入社。以来、横須賀電気通信研究所にて音声認識、音声合成、ヒューマンファクタの研究実用化に従事。工学博士。現在、NTT 東日本通信機器事業部第一商品部長。電子情報通信学会、IEEE 各会員。



岡崎 哲夫

昭和 48 年北海道大学工学部精密工学科卒業。昭和 50 年同大学院修士課程修了。同年電電公社電気通信研究所入所。以来、マルチメディア通信端末装置の研究開発、通信網オペレーションの研究に従事。現在、NTT ソフトウェア・ネットワークソフトウェア事業部部長。工学博士。ヒューマンインタフェース学会会員。



徳永 幸生

昭和 46 年東京工業大学工学部応用物理学科卒業。昭和 48 年同大学院修士課程修了。同年電電公社電気通信研究所入所。以来、熱転写記録等ノンインパクト記録方式、インテリジェント電話機のヒューマンインタフェース研究等に従事。現在、芝浦工業大学工学部教授、工学博士。

