

問診対話支援システム設計への認知業務分析の適用

浅野陽子 小川克彦

NTTヒューマンインタフェース研究所

高機能や多機能の電話やFAXなどの普及に伴い、機器の取扱や故障に関する電話の問い合わせが増加している。このような問い合わせに迅速に対応するために、応対者とお客様の問診対話を効率的かつ効果的に支援するシステムとして、エコロジカル・インタフェースの支援システムを設計することとした。本稿では、エコロジカル・インタフェースの基本となる認知業務分析とその設計方法について概説する。次に、実際の問診対話の内容と方策を分析し、顧客主導型と応対者主導型の2つの認知方策の支援を主体とするシステムを提案する。

An Ecological Interface Design for an Interactive Diagnosis Support System

Yoko ASANO and Katsuhiko OGAWA

NTT Human Interface Laboratories

1-2356 Take Yokosuka-shi, Kanagawa 238-03 JAPAN

An ecological interface is necessary for effectively supporting interactive diagnosis over the phone. This paper develops the ecological interface from an analysis of cognitive work. Dialogues of interactive diagnosis are analyzed based on means-ends and whole-part abstraction levels. Moreover, an operator control strategy and a customer control strategy are found through an analysis of mental strategies. An ecological support system for interactive diagnosis is then proposed based on the dialogue and the two strategies.

1. まえがき

電話やパソコンなどの機能の多様化に伴い、故障に関する電話の問い合わせが増加している。問い合わせ機器の種類も膨大になり、いくら専門家といえども、すべてに応えられる知識を習得することは困難になっている。このようなお客様からの問い合わせに迅速かつ正確に応えるには、多種多様な申告内容に柔軟に対応できる問診支援システムが必要となっている。この支援システムを実現するには、お客様と応対者の問診対話内容を分析するとともに、その結果に基づいたシステム設計を行う必要がある。

しかし、応対者はお客様からの申告内容からしか機器の状況を把握できないため、対話の内容や問診の仕方は多岐に渡る。例えば、相手方に対し、単に電話の差込み口と言っても、受話器と本体をつなぐ差込み口や、本体と電話線をつなぐ差込み口などいろいろと解釈できる。場合によっては、差込み口という言葉の意味さえ理解できないこともある。また、お客様が一方的に詳細な症状を説明する場合もあれば、応対者の質問内容にしか応えない場合もある。したがって、このような対話内容や問診の仕方の特徴を、どのような観点で分析するかが大きな課題となる。

このような分析とシステム設計の枠組みとして、Rasmussenによって認知業務分析と支援システムの設計方法[1]が研究されている。本稿ではまず、このRasmussenによる分析・設計方法を概説する。次に、問診業務の対話内容と方策を分析し、申告内容からの故障原因の推定や検証を支援するシステムの一例を提案する。

2. 業務支援システムの設計方法

意思決定や故障診断など、人間が状況に応じて判断することが主体となる業務では、予めすべての処理手順を決めておくことが難し

く、新たな設計の枠組に基づく人とシステムとのインタフェースが求められていた。このような設計概念として、Rasmussenはエコロジカル・インタフェース・デザイン (EID) を提案している[1]。これは、Gibsonの生態学的視覚論[2]で唱えられた直接知覚とアフォーダンスを基本としており、コンピュータに表示された情報から、人間が情報の意味や価値を直観的に理解できるインタフェースの実現を目標としている。

このEIDにおいては、いろいろな観点から、業務を遂行する人間の認知処理行動を記述・分析するとともに、その結果に基づいて情報内容や表示画面を設計することが必要である。ここでは、まず手段-目的分析を主体とする業務分析の方法を紹介する。さらに、分析から得られた認知方策や情報内容に基づき、人間が業務の状況を直観的に理解できる表示画面を設計するための枠組を概説する。

2. 1 業務分析方法

Rasmussenの業務分析は、人間が周りの環境から情報をどのように解釈し、判断処理しているかという、業務環境と人間の認知処理プロセスとの関係に着目して行われている。具体的には、業務を、業務空間/タスク状況/認知方策の観点から分析している。

業務空間の分析では、業務に関係するすべての機能や意図を、手段-目的関係の階層化された5つのレベルに分類している(表1)。最も低いレベルは、システムの物理的構造や外見などの物理的形態を表す。その上のレベルは、物質的特性に関係した物理的動作やプロセスなどの物理的機能を表す。その上は一般的機能で、物理的プロセスや形態と関係しない一般的な概念での機能を表す。次のレベルは評価や価値を表す抽象的機能であり、最上位のレベルである業務の目的や制約に関係している。つまり、下位レベルは物理的要素を、上位レベルは下位レベルの要素を統合した目的や意思に結び付く特徴を表している。

表1 業務空間分析における手段-目的関係の階層化

目的	業務の目的・制約
抽象的機能	目的や制約に基づいて必要と評価された機能
一般的機能	物理的プロセスに関係しない概念での機能
物理的機能	物理的動作やプロセス
物理的形態	物理的構造や外見

例えば、「街」という空間を考えると、人や家、道、街灯などは一番下の物理的形態レベルに属する。また、その上の物理的機能のレベルでは、食べる、寝るといった人間の活動や、物を生産するような街のプロセスが記述される。一般的機能には、交通機関や医療、行政、教育といった社会的な機能が属する。抽象的機能のレベルでは、価値や手段を統合して考えた機能の関係が記述される。

さらに、業務で対象とする事象の構造も、全体一部分関係で階層化されたレベルに分類することができる。例えば、街の空間では、人-家族-社会といった関係や、商品-小売店-ショッピングセンタといった関係が、全体一部分関係で記述できる。

これらの手段-目的、全体一部分の観点で、業務に関係する情報内容を分類することにより、その情報の機能や構造を網羅し、階層的に表現することができる。

次にタスク状況の分析について述べる。タスク状況分析は、業務をまとまりのある処理単位（タスク）に分解して分析する。タスク状況の分析には、業務空間の観点からと意思決定の観点からの2つの分析がある。

業務空間の観点からは、業務空間分析における手段-目的、全体一部分の2次元空間上に、業務処理の流れを記述する。この記述方法としては、まず業務を行う際の人間の行動や発話から抽出した言葉などを手がかりに、一つの処理単位（タスク）を決める。そのタスクを手段-目的、全体一部分の該当するレベルに記入し、記入された複数のタスクを結

んでいく。こうして得られたタスク内容の分類や関係を、画面内容とその遷移の設計に役立てることができる。特に、人間の意図や判断が殆ど介在しない業務の支援システムには、この分析結果が大きく影響する。

一方、意思決定の観点からのタスク状況分析では、人間がどのような意図で業務を実行したかに着目して、処理単位（タスク）を定める。例えば、Rasmussenは、いろいろな業務を分析した結果から、監視/発見/情報探索/状況分析・診断/目標評価・意思決定/行動計画/実行・行動制御/計画・動作確認/情報の形式化・記録の9種類のタスクを定めている。人間の意思決定や判断を伴う業務では、これらのタスクが実行される順序は多種多様である。この順序は、人間の採用する認知方策に依存する。

3番目が認知方策の分析である。認知方策とは、業務に使われる情報やその制約の条件下で、ある目的を達成しようとするための推論を伴う処理方法のことである。認知方策は、入手する情報内容や制約の変化、情報の解釈の仕方によって、動的に変化することも多い。そのため、認知方策に影響する制約や解釈の仕方について分析する必要がある。この認知方策に基づいて、実行されるタスクやその順序が決定されることから、この分析結果を画面遷移の設計に役立たせることができる。

2. 2 システム設計方法

人間が直観的に理解できるエコロジカル・イ

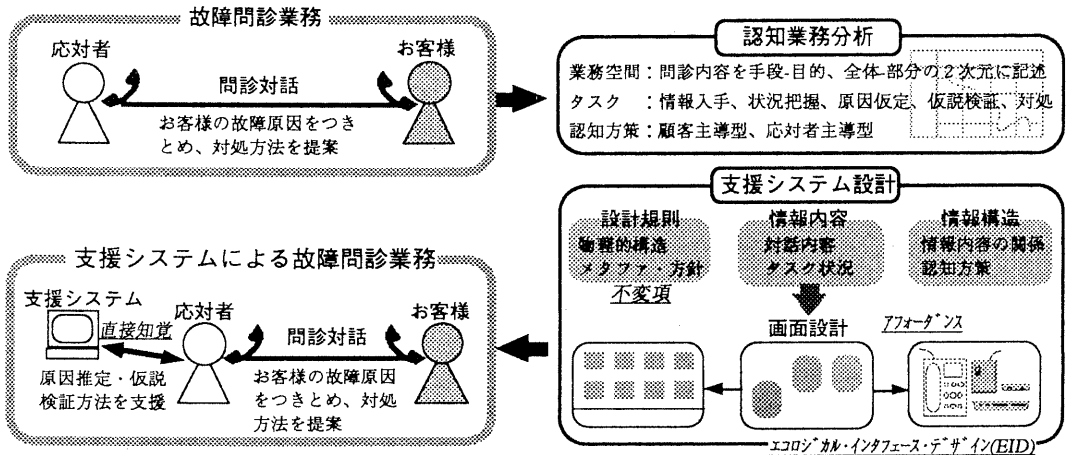


図1 認知業務分析に基づいた支援システム設計方法

インタフェースの支援システムを実現するには、前節で述べたような3つの観点からの業務分析結果に基づいて、必要な情報内容や情報構造を導くことが必要である。しかし、業務に関する詳細な分析をすべて行うには、多大な労力を必要とする。そこで、Rasmussenは、これまでの分析や設計を通して得られた、エコロジカル・インタフェース・デザインの一般的ガイドラインを提案している。それは、設計規則／情報内容／情報構造の3つの観点から成る(図1)。

まず、設計規則では、支援システム設計の基本的な規則を定めることが目的である。この規則は、人間がある業務を実行する際に直観的に理解できる業務の属性(不変項)を基本にしている。これがエコロジカル・インタフェースの大きな特徴になっている。業務の処理内容や流れが、特定の物理的な法則に依存する場合と、人間の意図や判断に大きく影響される場合で、適用する規則が異なる。前者では、不変項として物理的な構造や自然法則を採用し、後者では不変項としてメタファを用いることが推奨されている。前者の代表例としては、電力プラントの制御システム、航空機の運行システムなどがある。また後者では、データベースなどの一般的な情報システムがある。両者の中間的な性質のシステム

としては、社会や法律の制約が大きく反映されるCSCWや行政システムが挙げられる。

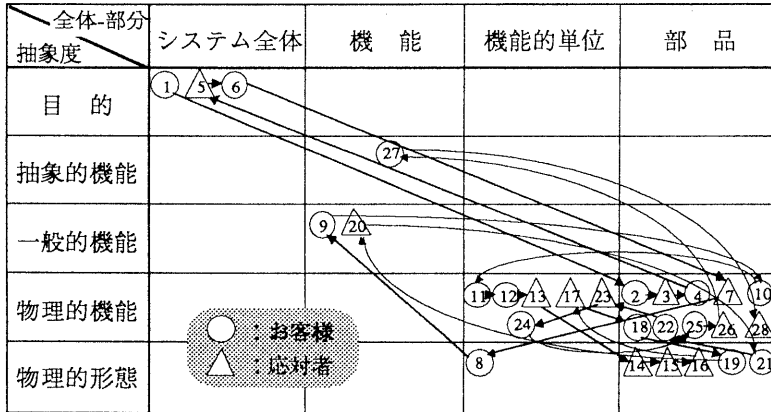
情報内容では、画面に表示する情報内容を、業務空間やタスク状況の分析の結果から導く。具体的には、業務空間分析における手段-目的、全体-部分の観点で分類された情報や制約(言葉から得られることが多い)を、設計規則に基づいて視覚化する。この視覚化には、文字や図、グラフや表などが用いられる。特に図による視覚化は、いろいろな階層での概念を同時に表現するのに有効である。

情報構造では、業務分析から、情報の階層化やグループ化などの表示情報の意味的な関係を設計する。特に認知方策は、システムに必要な機能を抽出するのに有効である。また、方策の判断材料となる情報自体の変化や、情報の解釈の仕方の変化に伴って、認知方策が変化した場合も考慮して、いろいろなタスク手順が可能な画面遷移を実現する必要がある。

3. 問診対話の分析

3.1 問診対話内容の分析

電話機などの通信端末が故障した場合の電話による受付対応について、受付を開始して



※ 番号は対話の流れを示す

図2 問診対話の流れの記述例

から応対者が最終的な対処方法を決定するまでの対話内容を分析した。まず、対話で用いられているキーワードを抽出し、そのキーワードを含む一連の発話を一つのセグメントとした。

業務空間の分析では、キーワードをもとに、各セグメントでの機能を手段-目的のレベル（機能特性のレベルと呼ぶ）のいずれかに、かつそのセグメントで対象とする要素を全体-部分のレベル（対象要素のレベル）のいずれかに分類した。

機能特性のレベルとしては、接続・設定などの機器の外見の状態や形状を表す「物理的形態」、押す・光るといった機器を機能させるための個々の操作や状態を表す「物理的機能」、設定する・録音するなどの機器を機能させる一連の操作や状態を表す「一般的機能」、作動する・壊れるといった機器性能の評価を表す「抽象的機能」、かける・通話するといった機器使用の目的を表す「目的」の5段階のレベルに分類した。

対象要素のレベルとしては、コード・電池などの機器を構成する基本的単位となる「部品」、ランプ・ボタンなどの機能させるための物理的装置や現象を表す「機能的単位」、転送・充電などの機器の役割を表す「機能」、機種や接続構成などの機器使用環境を表す「シ

ステム全体」の4段階のレベルに分類した。この業務空間の分析結果は、支援システムで画面に表示する情報内容や情報の階層的な構造に反映される。

次に、タスク状況の分析を行った。まず、業務空間の観点からのタスク状況について分析した。業務空間分析で定めた、5レベルの機能特性と4レベルの対象要素を軸とする2次元チャート上に、お客様と応対者の発話の各セグメントをプロットし、問診対話の流れを記述した（図2）[5]。この対話は、基本的には抽象度の高いレベルから低いレベルへ段階を追って流れていくが、時折急に発話内容のレベルが大きく変化したり、逆により抽象度の高いレベルに戻ったりすることもある。つまり、業務空間上でいつも決まった処理の流れがあるわけではない。そのため、この流れをもとに、支援システムの画面間の遷移を決めることはできない。

一方、応対者の意思決定の処理を単位として、対話内容を問診応対処理の流れからも分析した。その結果、既存情報入手/状況把握の質問/情報把握（申告の解釈）/原因候補推定/原因仮定/仮説検証方法検討（質問・試験項目決定）/仮説検証（質問・試験実行）/結果確認/対処/応対事例記録を処理単位とするタスク状況を抽出した。問診対話では、

このような応対処理のタスクが、決められた順序で出現しない。したがって、この分析結果からだけでは、支援システムの画面を設計することはできない。そこで、これらのタスクを決定・遂行する際の判断処理で用いられる、応対者の認知方策を把握することが必要になる。

3. 2 問診対話方策の分析

図2の問診対話では、お客様と応対者が交互に対話するだけでなく、お客様が一方的に発話する流れ（#8～#12）、応対者が一方的に発話する流れ（#13～#17）がある。前者では情報把握（申告の解釈）のタスクが応対者によって実行され、後者では状況把握の質問、仮説検証などのタスクが行われる。その他の原因候補推定や原因仮定などのタスクは、これらの対話に伴って行われている。

これらの対話の流れとタスク状況の関係から、この問診対話では、基本的に2種類の方策が見いだされる。これらを顧客主導型と応対者主導型と呼ぶ。すなわち、顧客主導型の方策では、応対者はお客様が申告してきた情報内容を把握し、故障の原因候補を推定している。一方、応対者主導型の方策では、応対者は原因を仮定し、それを検証するためにお客様に質問をしたり、試験をしたりしている。問診対話では、これら2つの方策が、お客様の発話内容や応対者の判断処理によって交互に行われている。

したがって、これらの方策を自由に選択できるように、支援システムを設計することが必要となる。次章では、ここで述べた分析結果とエコロジカル・インタフェース・デザインの知見を踏まえ、問診支援システムの一例を提案する。

4. 問診支援システムの提案

ここでは、応対者の行う問診対話業務、つまりお客様の申告内容から故障原因を推定し

検証する業務を支援するシステムの設計の考え方と画面例を提案する。

前章までの分析結果から、問診対話処理における原因候補推定や原因仮定などの応対者の判断処理は、端末機器の物理的構成や機能を基本に行われる。また、認知方策は、顧客主導型と応対者主導型の2つがあることが明らかになった。

そこで、本問診対話支援システムは、2つの方策を支援することを主体とし、情報内容を物理的装置や機能に対応させて設計することとした。つまり、顧客主導型としては、お客様の申告してきた症状に基づいて故障原因と考えられる部分を推定する原因候補推定タスクを、応対者主導型としては、仮定した原因を検証するために必要な質問や試験項目を提示する仮説検証タスクを支援する。

この業務の特徴は、応対者がお客様の申告内容からしか故障機器の状況を把握できないことである。そのため、業務の流れは、お客様の自由な申告に大きく依存する。つまり、人間の判断や意図が、業務の内容や流れに大きく影響する。したがって、本支援システムのインタフェース設計規則となる業務の不変項には、メタファを用いることとした。

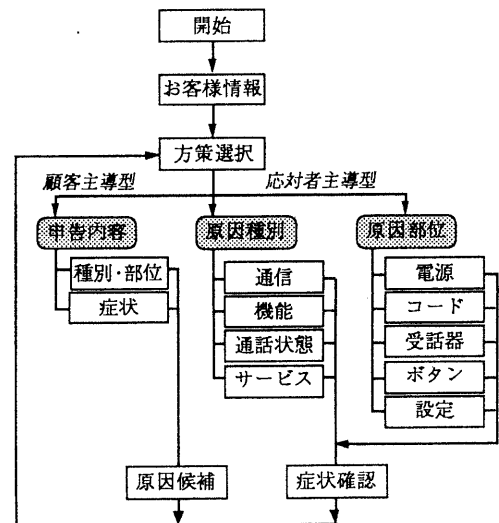


図3 問診対話支援システムのフローの一例

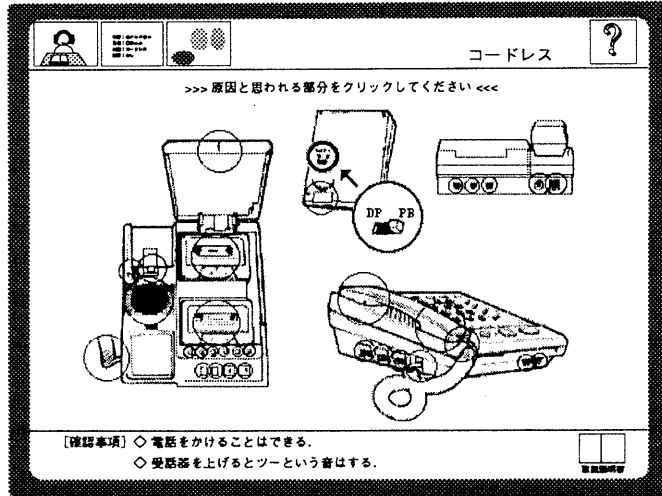


図4 問診対話支援システムの一画面例

図3に問診対話支援システムの業務フローの一例を示す。本システムでは、お客様の申告内容を入力して原因を推定する顧客主導型の方策と、故障原因を仮定して症状を確認する応対者主導の方策とが任意に実行でき、随時他の方策に移行することが可能な情報構造にしている。前者の方策に対応する情報内容としては、申告内容を「種別・部位」と、それに関する「症状」を入力するフェーズに分けて設計した。また、後者の方策に対しては、原因を仮定する対象として、通信／機能／通話状態／サービスといったおおまかな原因種別を指定するレベルと、電源／コード／受話器／ボタン／設定といった端末の原因部位を指定するレベルを設定した。

図4に、図3のフローのうち「原因部位」の画面の一例を示す。この画面では、原因と仮定した対象の物理的部を指定することによって、その仮説を検証するのに必要な、確認する症状を表示する。具体的には、原因部位を選択させる情報内容の表示方法として、通信端末機器の図を表示する。その図の円で囲まれた部分の一つを選択することにより、その部分を拡大した詳細画面が表示される。それと同時に、画面下部に、その部分が故障原因の場合に起こる症状のリストが表示さ

れ、その症状を応対者がお客様に確認することによって、仮定した故障原因を検証する。また、自由な画面遷移が可能な情報構造を実現するために、画面上部に、それまでに応対者が見た画面の履歴を表示し、その画面を選択することによって、いつでも前の画面に戻ることを可能としている。

5. むすび

本稿では、業務の認知方策を抽出する分析・設計の枠組みとして、Rasmussenの認知業務分析と支援システムの設計方法について述べ、この方法を問診対話業務に適用した。その結果、問診業務の認知方策として、顧客主導型と応対者主導型の2つの方策が任意に可能な問診支援システムを設計し、情報内容を物理的装置や機能に対応させて表現した画面の一例を提案した。

手段-目的、全体-部分の観点から業務空間をどのように分類するかは、対象とする業務や分析者によってやや異なり、一意には定まり難い。しかし、支援システムは、認知方策や情報の分類基準といった大まかな枠組みを基本として設計するため、業務分析結果の詳細は、システム設計に大きく影響しない。

問診対話の大きな特徴は、対話が実時間で行われ、それと並行して原因や症状の推定ができなくてはならないことである。今後、お客様の待ち時間などのサービス性について、実際のシステムをプロトタイプ化して評価し、改善していく。また、対話を主体とする支援システムの設計方法を一般化し、新たなエコロジカル・インタフェース・デザインのガイドラインを抽出する予定である。

謝辞

貴重な御意見をいただきましたProf. J. Rasmussenに感謝致します。また、日頃御指導いただき、マルチメディア処理研究部栗原定見部長に感謝致します。

参考文献

- [1] Rasmussen, J. and Pejtersen, A. M., "Mohawc Taxonomy Implications for Design and Evaluation," RISØ-R-673(EN), RISØ National Laboratory, 1993.
- [2] Gibson, J.,J., 古崎, 他訳, "生態学的視覚論ーヒトの知覚世界を探るー," サイエンス社, 1986.
- [3] Rasmussen, J., 海保, 他訳, "インタフェースの認知工学ー人と機械の知的かかわりの科学ー," 啓学出版, 1990.
- [4] Pejtersen, A., M., "Thes Book House: Modeling User's Needs and Search Strategies as a Basis for System Design," RISØ-M-2794, RISØ National Laboratory, 1989.
- [5] 浅野, 小川, "通信機器故障時の電話による問診対話分析", 日本人間工学会第23回関東支部大会講演集, PP. 52-53, 1993.