

# ヒューマンインタフェースと認知工学

佐伯 胖

本チュートリアルでは、具体的な対象システムの如何にかかわらず成り立つと考えられる、ヒューマンインタフェース研究の一般的な枠組みを明らかにする。このような一般的な研究の枠組みを提唱している研究として、まず、Normanの「認知工学」の概念における「行為の7段階」に基づくインタフェース分析を解説した。ここで、Normanの分析が、ユーザの観点からのものに限定されているという点を明らかにし、むしろ、インタフェース問題は、ユーザ、デザイナー、さらに外界世界の三つの世界の相互作用を最適化することをめざすべきであるとの観点到ち、そのための道具のあり方を探るため、それら相互の「接面構造」の分析を示し、道具(システム)と人間との、多様な相互作用の全体システムを吟味する研究の枠組みを提唱した。

## 1 はじめに

私たちのまわりにはさまざまな道具や機械があり、それらの理解や操作はますます困難になってきている。その場合に、機械や道具にどのような形態をもたせ、どのような機能を備えさせ、それをどのように表示するか、あるいは、どのような操作面でどのような操作に対する応答性をもたせるかがきわめて重要な意味をもっている。認知工学とは、そのような「私たちが理解し使う」機械や道具がどのようなものであるべきかを研究する学問であり、ヒューマンインタフェース設計の基礎を形づくっ

ている。本チュートリアルでは、認知工学の基礎を明らかにして、インタフェースを真に「使いやすく」なおかつ「わかりやすい」ものにするための指針を明らかにする。

ヒューマンインタフェースについては、すでにくつのかの解説がある[1][2][3][4][5][6]。また、海外の文献も数多く、それらの展望は[5]を参照されたい。一般的に言えば、「ヒューマンインタフェース」の研究には、人間とコンピュータとの相互作用に重点をおくヒューマン・コンピュータ・インタラクション(Human-Computer Interaction, HCI)の研究と、日常的な道具を含めて、機械と人間の相互作用に重点をおくヒューマン・マシン・インタフェース(Human-Machine Interface)、あるいは、ユーザ・インタフェース(User Interface)の研究があり、さらに最近は、コンピュータを人間と人間の相互作用の媒体とみなし、集団の知的作業の協調を支援させる「コンピュータ支援協調作業(Computer-Supported Cooperative Work: CSCW)」の研究が注目を浴びてきている。

このようなしだいで、「ヒューマンインタフェース研究」と言っても、あまりにも膨大な研究領域を意味しており、本チュートリアルでそれらの全貌を紹介することは不可能であろう。さらに、ヒューマンインタフェースに関するこれまでの研究のほとんどは、それぞれ具体的なシステムのデザインや改良への指摘を中心としたものであり、個々のシステムの固有性と結びついた議論が多かったために、すべてのヒューマンインタフェース研究に共通する問題をどのように分析し、どのように研究を深めていくべきかについての、一般的な「研究の枠組

Human Interface and Cognitive Engineering.

Yutaka Saeki, 東京大学教育学部,

コンピュータソフトウェア, Vol. 8, No. 2(1991), pp. 4-13.

1990年11月7日受付.

み」が不明であった。

そこで、本稿では、これからヒューマンインタフェース研究に取り組んでいこうとする研究者が、研究対象としてのシステムの如何を問わず、人間と道具的システムの相互作用を最適化する、という立場から、「何が問題なのか」、「どういう側面を考慮しなければならないか」についての、一般的な研究の枠組みを提供することを目的にしている。このような観点から、ヒューマンインタフェースの根本問題を一貫して論じている研究者としては、カリフォルニア大学サンディエゴ校の D. A. Norman があげられる[7][8][9]。Norman は、人間とシステムが互いに支障なく交流し、知的作業を遂行するための技術を「認知工学(Cognitive Engineering)」と呼んでいる。本チュートリアルは、基本的には Norman の認知工学の概念を中心にして、さらにそれを筆者なりに発展させ、人間とシステム(道具)との「接面」を分析することを中心とした「接面分析」の進め方を明らかにする。

## 2 認知工学とは

認知工学(Cognitive Engineering)というのは、Norman が 1980 年における論文[7]で提唱したもので、人間が外界の事物を理解することを支援するための技術を開発することを目的として、認知科学やその他の関連科学の成果を応用しようとする研究を指す。80 年における提唱では、学習や問題解決を支援する技術(とくにコンピュータ技術)の重要性が強調されたが、その後、Norman は、道具や機械を設計する場合に、その仕組みを理解することと多様な目的に利用することが、あらゆる機械のユーザにとって容易であるようにするべく、ヒューマン・マシン・インタフェース研究を中心として、認知科学を含めたあらゆる分野の学問的成果を応用し、もしも従来研究になれば、それをまったく新しく研究対象としていくべきであることを強調している。すなわち、認知工学の研究課題は、道具や機械の設計に際して、

- (1) 道具や機械の理解と利用を妨げる原因や関連する問題を発掘し、
- (2) いくつかの代案があればそれらを評価・選択し、
- (3) どういう場合にどういふ側面が互いにコンフリクトをもたすか(すなわち、あっちをよくすればこっちがわるくなる、など)を明らかにし、

- (4) さらにより広い視野から改善策、保守・安全策を講じるには、どのような体制を作っておくべきか、などについて、具体的に、当面の道具や機械に即して、実現・実施可能な提案を生み出す。

というものである。

以上の項目を、筆者なりに考える背景や関連する問題を含めて、もう少し詳しく論じてみよう。

まず(1)は次のことを意味している。すなわち、人間は基本的にはエラーを犯しやすい存在であるということをも認め、それに正面から挑戦して、エラーを犯させないようにするのが認知工学であり、したがって、まず第一の課題はエラーの原因となり得るものを徹底的に探り出すべきである、とする。さらに、そのようなエラーについて、ユーザが習熟していないとか、技能が不足している、ということに安易に帰属させるのではなく、まさしく「道具や機械の理解」がしにくく、「利用」が妨げられている、という道具や機械のデザインの問題に帰属させるわけである。

(2)において、代案を考えて評価していくことが提唱されている。このことは、認知工学がたんに道具や機械のデザインの欠点を指摘したり、批判したりするだけではなく、具体的な「代案」を提起して、どこがどれだけ改善されるかについてきちんと評価するべきだ、というわけである。もちろん、この場合の「代案」というのは、当初の道具や機械と同じ目的に使える、同じ作業を遂行するのだが、より「わかりやすく」また「使いやすい」ものでなければならない。

(3)でいうコンフリクトにはさまざまなケースがある。単純なケースは、複数の目標があつて、それらが本質的に矛盾している場合がある。たとえば「単純・素朴」と「重厚・華麗」というものである。あるいは、複数の目標を同時に追求することが現実的に困難だ、という場合もある。たとえば「軽量化」と「機能の充実」といったものである。しかしこれらのコンフリクトはとりたててヒューマンインタフェースのコンフリクトであるとする必要はないだろう。それはむしろデザイン・ポリシーに属する問題である。インタフェースでのコンフリクトというのは、たとえば、見た目に美しく「スッキリ」とまとめた操作パネルが、いざ使うときにはどのボタンが何に対応しているかさっぱりわからない、というケースが

あてはまる。これはデザイナーが(意識的にか、無意識のうちに)想定していたユーザのモデル(ショウウィンドウでながめて、「見た感じ」で製品を選ぶユーザ?)が現実のユーザ(実際にそれを日常くりかえし使うユーザ)とコンフリクトを起こしているわけである。あるいは、電車の中での携帯カセットプレーヤのイヤホンから漏れる「シャカシャカ音」のように、ユーザ間の利害がコンフリクトを起こしている場合である。

(4)でいう改善策、保全・安全策というのは、通常の方からするとインタフェースの問題ではなく、管理・運営の問題、営業・サービスの問題とされやすい。しかし、たとえばメンテナンスが素人でもある程度はやりやすいように、とか、事故が発生しても「安全側」の状態が機能がストップする(「フェイル・セーフ」機能)とか、ユーザのクレームを製品のデザインに反映させるようなシステムづくり、というような問題は、やはりインタフェース問題として研究すべきであろう。

### 3 認知工学によるインタフェースの分析

#### 3.1 二種類の「へだたり(Gulfs)」を見る

このような研究課題について具体的に取り組んでいくには、適切な「切り口」というものが必要であろう。あるいは「分析の視点」というべきもので、「そこから考えていく」、というものである。Norman[8][9]は次に説明する二つの「へだたり(Gulfs)」に注目することを勧めている。

第一の「へだたり」は「実行におけるへだたり(Gulf of Execution)」である。それはユーザの意図に対し、その意図を実現するはずのシステムの側でそのユーザの意図を的確に受容し、それを物理的な機能にうまく対応づけているかどうか、ということである。うまく対応づけられるとき、すなわち、「“これこれをやりたい”いう場合には“ここをこうすればよい”ということが一目瞭然となっているとき」、この「実行におけるへだたり」が小さいわけである。逆に、「こういうことをやりたい」ことははっきりしており、そのシステムを使えばたしかにそれができるはずであることはわかりきっているにもかかわらず、どうすればそれができるかがわからない、というときは、「実行におけるへだたり」が大きいわけである。インタフェースで接しているシステムを擬人的

に「相手」と言い換えるならば、「実行におけるへだたり」というのは、「こちらの意図(“相手”にやってもらいたいこと)が、“相手”にどう“言え”ば(どこをどう操作すれば)伝わるかがわからない」のであり、まさに「やろうとすること(=実行)」がブロックされているのである。

第二の「へだたり」は「評価におけるへだたり」である。これはシステムの時々刻々に変化する状態がわかるかどうか、という観点である。すなわち「いま、システムはどうなっているのか」が明瞭で、ユーザがそれに対応して「いまここでは何をやるべきか」が直ちにわかるようになっているならば、「評価におけるへだたり」は小さいわけである。実際にはこの「へだたり」はかなり大きい場合が多く、とくに故障時には、どこがどうなっているかがさっぱりわからず、ただ機能が「死んでいる」というケースが多い。再びインタフェースで接する外界のシステムを擬人化して「相手」と言い換えると、この種のへだたりというのは、「“相手”の“ことば”(システムの状態を伝えるはずの手がかり)が“読めない”ないしは“聞こえない”」のである。

Normanは上記の「へだたり」をさらに細かく分析するために、人間の行為遂行を7つの段階に分析し、それぞれの段階での「うまくいかない」点を発見し、それに適切な対策を講じることが、実際に「へだたり」を減少させることになる、とした。

最上位の段階は**ゴール**である。これはユーザが得たいと思い描く「状態」を指す。ところで、ユーザはそのゴールを実現するために、当面の状況での道具や機械に対して特定の「行為(アクション)の達成」を**意図**する。ここでいう「行為」というのは、その状況の中でゴールを達成するための手段と選択とその手段の遂行を意味している。たとえば、「特定の道具の選択とその使用によるゴールの達成」というのが「行為」というレベルであり、それを成し遂げようと、ユーザが身構えることが「意図」の形成である。さて、その意図はつぎに、ユーザがかかわる状況と道具の制約から、具体的な**動作系列**がプランニングされる。最後に、これが「一連の動作」として、まとまって**実行**される。実行されると、当然、外界(状況、道具や機械の状態)が変化するわけである。そこで、ユーザには、外界状態の変化の手がかりの**知覚**が発

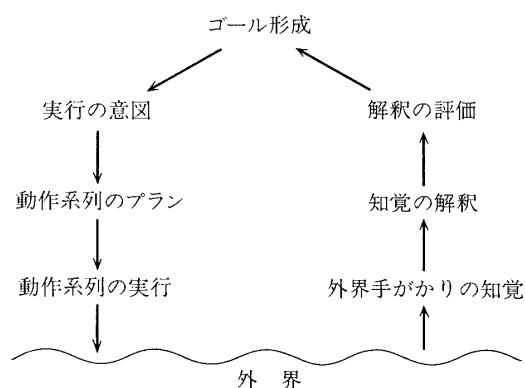


図1 Normanの行為遂行の7段階(Norman [8] より)

生ずる。ユーザはその知覚された手がかりを**解釈**するわけである。そこでは外界や道具システムについての知識が利用され、推論がはたらく。さて、最後に、その解釈された「外界の状態」と、当初のゴールとが比較され、ゴールが得られたか否かが**評価**される次第である。以上の7段階を図に示すと、図1のようになる。

以上の7段階を、具体的な例で説明してみよう。たとえば、夕方本を読んでいて、いつの間にか暗くなり、部屋を明るくしたいと思ったとしよう。「本が読める部屋の明るさ」というのが、ユーザが得たいと願うゴールである。そのために、そばにある読書用のスタンドの電気をつけるか、部屋の天井の照明ランプをつけるか、いろいろな行為が有り得るだろうが、その場の状況で、スタンドの電気をつけようとする場合、この「スタンドの電気をつける」というのが行為(アクション)であり、それがユーザの意図である。実際にその行為を実行に移す際に、立ち上がり、手を伸ばし、スイッチをつまみ、それを回す、などの一連の動作がプランニングされるわけで、それが動作系列となる。それを「ひとまとまり」の動作として実際に行うのが実行である。そこで、パチンと音をたててスイッチが回ったとする。その音、回った指の感触などが知覚される。その段階で、スイッチのハードウェアは正常に作動したと解釈される。そこでその解釈結果と、得られた外界の変化状態、たとえば実際にスタンドが点灯しないで、いっこうに「本が読める明るさ」が得られていない、という評価が発生すると、あらためて、そのスタンドがどこか(たぶんスイッチのハードウェア以外の部分で)「故障している」という事態が発見されたことになり、新たなゴール、たとえば「スタンドの故障発見」などが設定されて、新しいサイクルがはじ

まる。

このような段階に分析すると、さきに述べた「実行のへだたり」や「評価のへだたり」を具体的なその場の状況や道具に即して、細かく分析していくことができる。すなわち、「実行のへだたり」というのは、まず**ゴールを意図に移す**ときに「適切な道具が見つからない」とか、「この道具でそれができることがわからない」というような問題があろう。つぎに、**意図を一連の動作系列にプランニングする**段階で、手順がわからなかったり、勘違いを起こしやすかったり、混同しやすかったり、ということがある。さらに、**プランされた動作系列を実行に移す**ときに、「やりにくい」とか「からだに無理がかかる」とか、複雑でいつまでも学習できない、という問題が起こり得る。

一方、「評価のへだたり」についても、**外界の状態の変化の発生が知覚される**段階で、それが直ちに、即時的に、道具やシステムにおける表示上の手がかりの変化として現れるようになっていくかどうか、という問題がある。さらに、それらの**表示の手がかりの変化を解釈する**段階で、表示上の変化がシステムの状態についてどういうことを意味しているかについて、明瞭な解釈ルールが確立しているかどうか、という問題があるだろう。最後にそこでの**解釈をゴールと突き合わせて評価する**段階で、実際のゴールがどの程度達成されたかただちに正確にわかるかどうか、という問題があろう。

上記の Norman の分析は、具体的なモノとしての道具や機械がすでにそこにあって、それを日常生活の中で使っていくときに生じる「使いにくさ」を掘り起こしたり、それらの改善策を講じたりするためには、たいへん有効な概念の提唱であり、その分析手順の明確化でもある。しかし、人間と道具・機械や環境システムの相互作用の全体をより広い観点からながめなおして、見落としがちな点を総体的に点検していったり、私たちの社会にとって真に「望ましい道具のあり方」についての方向付けを探っていくには、少なくとも上記の分析では不十分であると言わねばならないだろう。

Norman の視点はあくまで、ユーザ中心主義にある。しかし、ヒューマンインタフェースというのは、ユーザの「使いやすさ」だけで設計されるものではない。道具のデザイナーは、ユーザとは独立になんらかの問題意識

や目標をもち、「世の中をよくしたい」とか、「こういう世界にしたい」と願い、そこで特定の道具をデザインするわけである。また、ユーザやデザイナーすらも、特定の社会や文化のなかで、ある種の「狭い枠組み」にとらわれているかもしれない。つまり、社会や文化の立場から、より広い観点から見ると、「本当の現実世界は、実は、もっと別の側面こそが問題であり、改善されるべきだ」と言えるかもしれない。

つまり、ヒューマンインタフェース問題というのは、実は、ユーザとデザイナーと現実世界の相互コンフリクトを、全体システムの調和へ向けて解決するものでなければならないはずである。

このような観点から、以下において、ユーザとデザイナーと現実世界の相互の「接面」(コンフリクトをもちつつ、それを解決すべくインタラクションを行う側面)の一般的な構造を分析することにする。

### 3.2 道具の「接面構造」を分析する

以下において、「道具」というのは、まさに直接手で操作するモノとしての道具の場合も、複雑な装置、機械設備、さらに巨大な制御システムの場合も含める。要するに、人間が「それを操作して特定のゴールを達成しようとするもの」の総体であり、それが人間や社会にかかわりをもつシステム全体を指すことにする。

#### 3.2.1 道具が「接している」世界

さて、すべての道具は、**ユーザ**、**デザイナー**、そして**外界**の三つの「世界」と接している。ここでそれぞれを「世界」といったのは、それぞれが多種多様な複数の活動主体と多種多様な活動領域とで構成されていることを前提としているからである。たとえばユーザといっても、単独のユーザだけでなく、老人から幼児まで、さまざまな目的とさまざまな技能をもって、その道具に「ふれる」人々の総体を指しているわけである。また、デザイナーといっても、単独の設計者を意味するとは限らず、要するにその道具・機械を作り出す立場にある人々や組織の全体を指しているわけである。外界というのはまさに現実の生活場面、社会、文化などのすべてである。そして、道具は、それらの三つの世界を結び合わせる「媒体(メディア)」である(図2)。

#### 3.2.2 接面の多相性

ユーザ、デザイナー、外界の三つの世界のそれぞれは、他の二つの対象に向けて「見せている」(あるいは「見られている」)「顔」が異なっている。

まず、ユーザ世界は、デザイナーが設計の段階で想定したユーザ(デザイナーに見られている「顔」)と、現実の世界で、その場、その場の状況のなかで、さまざまなゴールをもって外界に向けて実際にはたらきかけているユーザ(世界に向けている「顔」)と、二つの相(顔)をもっていると考えられる。ユーザがデザイナーに顔を向けるのは、道具がどうしても使いにくく、ユーザの意図の実現が困難であるか、的確にユーザの意図が実現され得ないという時に、「この道具の設計を変えてくれ」とクレームをつけている場合である。そこでは、ユーザは、「デザイナーが勝手に想定しているユーザ像がまちがっているよ。本当のユーザはこんなに苦労しているのだよ」と伝えているわけである。

ユーザが外界に向けている顔というのは、外界をなんとか操作して、「望ましい結果」を得ようとしている、つまりゴールをぶつけている顔である。その場合には、なんとかして道具を理解し、使いこなそうと一途に努力しているわけである。それがうまくいかないならば、別の道具を探すか、そのゴール自体をあきらめて別のゴールに変更するのみである。そのような場合に、ユーザが外界に語りかけていることばというのは、「外界よ、私の思い通りに変わってくれ」と要求することだけでなく、「外界がそんなふうに応答するなら、こっちの考え(当初のゴール)も変えるべきかもしれない」という態度もどこかに保留していて、状況次第ではゴール変更をする用意があること、と考えられる。

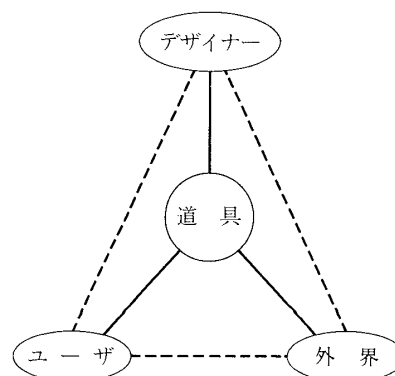


図2 道具をとりまく3つの世界

同様に、デザイナーも、ユーザに見られている(また、同時にユーザに向けている)顔と、デザイナー自身が現実世界にかかわり、現実世界の「問題」を発見して世界を改善しようとして、外界世界に向けている顔という二つの顔をもっている。デザイナーがユーザに向けている顔というのは、「この道具は便利ですよ。こう使ってください」というサービスの顔であり、いわば「広告」あるいは(マニュアルなどによる「教示」)の顔である。それに対し、外界に向けている顔というのは、実際に道具を設計するにあたって、外界をモデル化し、外界についての科学的・技術的知識を利用して、なんとかユーザの欲しがる道具を作り、同時に世界全体を「よりよい世界」に改善しようとしている顔である。

外界世界も同様に、ユーザによって操作されようとして見られている外界の顔と、デザイナーによって考慮され、改善されようとして見られている顔とをもっている。ユーザによって操作されている外界の顔というのは、外界環境全体の保全、安全、維持という立場から、さまざまなユーザのさまざまな利用や悪用、誤用を考慮している顔である。「ああいう使い方をされたのでは、環境全体にとってたまったものではない」とか、「そうそう、そういうふうにご利用してくれれば、世のため、人のため、地球のためにおおいに結構だ」と言っている顔である。外界世界がデザイナーに向けている顔は、他の道具や事物との相互関係を客観的に指し示している顔であり、デザイナーに設計段階で考慮して欲しい制約条件を示す顔

である。外界世界では、その道具が使われる状況がいろいろあり、それらの状況で安全に便利に使われ、他のさまざまな道具や器具との調和が保たれるようにとデザイナーに情報を提供している。「ほらこんなところで、こんなふうには使いますよ」、「ほら、この道具はこんな別の道具と一緒に使われるんですよ」、「物理・科学的な反応としてこんな事態が発生するんですよ」というのが、外界世界がデザイナーに語っていることばである。

このように、それぞれの世界は、道具を媒介としてかわり合う対象によって「切りとられる」相(=顔)が異なっている、というわけである。さらに、どんな顔の表情でも、本来の意図や感情を「誤解」されることがあるように、相手に見せている(つमりの)顔と、相手に「解釈されている」顔とは異なるのである。そのような、「見せている(つमりの)顔」と「実際に見られている(解釈された)顔」との違いというのは、媒介者たるべきインタフェースの不備から生じている場合が多いだろう。

筆者が本チュートリアルで提唱する「接面構造分析」というのは、それらの顔の誤解を最小にするための分析である。

### 3.2.3 ユーザの立場からの接面分析

ユーザは道具とかわり合うとき、外界の(ユーザにとって)望ましい状態としてのゴールをもつとされた。さらにユーザは、そのゴールの実現のための手段として当面の道具を使用する意図をいだき、それを動作系列としてプランをたて、実行に移す、というが、Normanが「実行」の行為系列として分析しているところである。そこでは、基本的にはユーザが相手(道具)に伝える“ことば”が相手に的確に伝わっているかについての「実行のへだたり」が問題とされる。

Normanの分析を上記の筆者の接面構造にあてはめて考えてみると、実はNormanが述べている実行の各段階ごとに、対話する「相手」が違ってることがわかる。たとえば、Normanが「ゴール」と呼んだのは、明らかにユーザが「外界世界」にむかって「語りたがっている」「ことば」である。ところが外界には直接そんな“ことば”を語りかけても応えてくれない(外界に直接ユーザの“ことば”が通じるのは、道具の媒介なしに、直接自分で「得たいものを得る」場合に限られる)。ユーザの“ことば”が外界に通じないもどかしさを、デザ

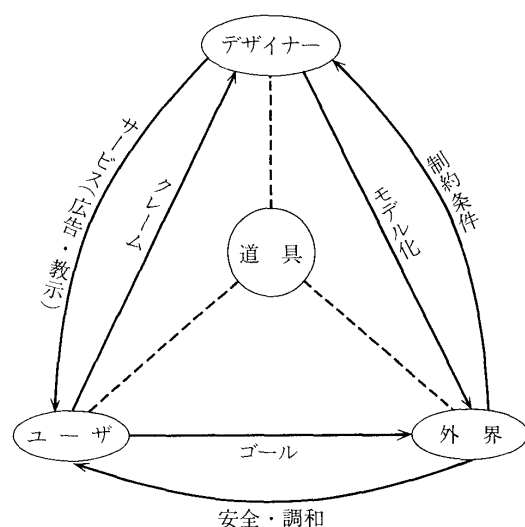


図3 3つの世界の相互関係とそれぞれに向けている「顔」(相)

イナーが横で見ていて、仲介を買って出る、という図式である。つまり、ユーザのゴールを外界に実現させるには、「この道具を使えばできる」というものをデザイナーは設計し、ユーザに提供するわけである。つまり、ユーザはデザイナーの設計した道を新しい“ことば”にして、外界に働きかけることができる。Normanが「意図」と呼んだのは、そのデザイナーの用意した道具(“ことば”)を使うという意図であり、そこで生じ得るインタフェース問題は、ユーザのゴールがその道具で実現できるか(その“ことば”で外界に通じるか)ということである。次の段階である「動作系列のプラン」というのは、その“ことば”で実際にゴールを表現するときの「言い方」のプランだと言える。その場合、うまく動作系列がプランニングできない時、通常はまずその道具と対話する。つまり、その道具をひねくりまわして、これはどう使えばいいのかをあれこれ考えたり試したりするわけである。これはともかくその道具の“ことば”を学習しつつその“ことば”での言い方をあれこれ工夫して試しているわけである。しかし、いくらその道具をひねくりまわし、習熟してみても、どうにもうまく動作系列がプランニングできないならば、その問題は、実は、デザイナーに向けるべき「クレーム」である。したがって、ここでも、「トラブル」(むづかしさ、うまくいかぬこと)での対話の相手が、道具そのものの場合と、その道具のデザイナーである場合があり、両者を混同するわけにはいかない。(ちょっと気をつけるだけで解決できるトラブルを安易に「設計ミス」に帰することはできないし、逆に、本来「設計ミス」なのに、それをユーザの使い方の悪さや「勉強」の不足に帰するのも、筋違いである。)

Normanが「評価のへだたり」としたことも、接面構造にあてはめてみることができる。つまり、Normanが「評価」のはじまりとして設定した外界状況の「知覚」という段階は、外界からの“ことば”を聞き取ることになる。つまり対話の相手はあくまで「外界」である。ところが、外界の“ことば”は、Normanのモデルでは直接ユーザには聞こえないことになっている。つまり、いったん道具の“ことば”に翻訳されてユーザに伝えられる建て前になっている。そこで、道具の“ことば”をユーザ自身のことばにもどすというプロセスが、Normanのいう「解釈」である。さて、Normanはそこで、

解釈結果をユーザの当初のゴールとつきあわせて、自らの欲した状態が得られたかについて判断することを「評価」と呼んだ。このような「評価」に至るプロセスでの生じ得る「へだたり」というのは、知覚の段階では、デザイナーの設計による道具が、外界の反応を的確にキャッチしているか、ということである。ただし、これは実はユーザ自身には本来「見えない(あるいは聞こえない)」はずのものである。ただ、デザイナーの設計した道具が、外界の反応を的確にキャッチしているものと信頼するしかない。これができていないことから生じるトラブルは、すべてデザイナーに責任が帰せられるべきことである。したがって、ユーザにとって「評価」できるのは、ユーザの当初のゴールが、道具を通してフィードバックされた外界変化の情報の解釈結果と同じか否かという、まさに最終段階での「評価」に限られる。その評価の結果、当初のゴールが達成されていないということならば、再度道具を使うか、別の道具を使うか、という実行の「意図」の変更につながるわけである。

しかし、筆者の想定した接面構造から考えてみると、ユーザが道具を使用した時に、道具からのシグナルを基にユーザが解釈して得られる使用結果の「評価」というのは、実は道具の外界情報の受信機能に依存しているものであり、道具がそれをキャッチできなければどうすることもできないはずのものである。実際には多くの場合はそれだけでは「現実には起こっていること」を正確に把

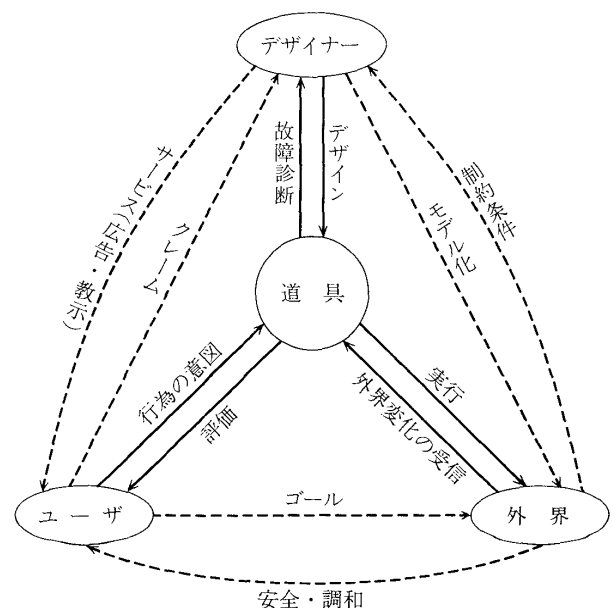


図4 接面構造におけるインタフェースの交流関係

握できない。とりわけ、その道具が故障した場合には、完全に「お手上げ」になる。そこで、ユーザは道具がもたらした外界世界の変化を、「直接に」知覚しなければならないわけである。その場合がさきに述べた、外界がユーザに見せる顔を知り、この顔の語る“ことば”を聞く、ということが大切になる。

接面構造に照らして考えてみると、ユーザはさらにデザイナーにさまざまな情報を提供しているのである。第一は、道具の故障やトラブルを通して、デザイナーに「設計の悪さ」を反省させる資料を提供している。第二は、直接メーカーにむけて出される「クレーム」である。デザイナーはユーザからのこの2種類の「声」を聞き取らねばならないことはいうまでもない。

さらに、ユーザは道具を詳細に分析することによって、その道具のデザイナーの設計意図が何であったか、それと通常ユーザがもつ使用意図とは同じなのか、違うのかなどについて分析することができるはずである。また、ユーザはデザイナーに直接クレームをつけるだけでなく、デザイナーの側からその道具についての「説明」や「宣伝」をよく分析して、正しい使用意図をもつべく、自らを「教育」しなければならないわけである。そこでは過剰宣伝がないかどうか、また、説明書は読みやすいか、などが分析されなければならない。

### 3.2.4 デザイナーの立場からの接面分析

デザイナーというのは、ユーザにサービスするだけでなく、社会や外界の環境に対する安全・保全の責任を負うわけである。これらの責任を果たすための情報源としては、まず道具を通した情報、すなわち、道具自体が示す故障やトラブルがある。しかし、故障やトラブルの原因を追求するとき、それは(1)ユーザの単純な「エラー」(失敗)によるのか、(2)デザイナーの設計意図の不適切さによるのか、(3)実際に道具がいつのまにか「壊れてしまった」ために、ユーザの意図が実行できなかったためか、を分析しなければならないわけである。

第二の情報源は、ユーザからのクレームがある。ただしこのクレームも、(4)ユーザの使用意図が予想外だったのか、(5)「正しい使い方」の教示や宣伝が悪かったのか、(6)本当にその道具の機能が不全だったのか、について分析しておかねばならない。

これらの「道具を通した情報」だけでなく、「道具に

ついての情報」にも注意を向けていなければならない。すなわち、その道具が多くユーザによって長期にわたって使用されるときに、外的環境がどのように変化するかについての情報を収集する必要がある。そこでは、時間・空間の広がりの中でのさまざまな連鎖構造を把握して、波及効果について十分な分析をしなければならない。

デザイナーはもちろん、道具や環境についての科学的知識を熟知しておく必要がある。最新の科学の成果を生かし、従来の道具の改善や、まったく新しい道具の設計を考えなければならないわけである。

### 3.2.5 外的世界の立場からの接面分析

外的世界が個人としてのユーザに提供する情報は、ユーザの時々刻々変化するゴールに対応した道具の実行結果やそれにともなう環境の変化である。まさに、「今、この時点で一体何が起きているのか」である。さらに、それがどのような意味をもっているのか(危険か安全か、目標充足か目標未達成か)についての情報である。ユーザはそれによってゴールを変えるかもしれないし、道具を変えるかもしれないし、さらにユーザのライフスタイルを変えるかもしれない。このような情報を、道具に現れる兆候として伝える場合もあれば、道具使用の活動全体を通して、まさに環境がユーザに直接働きかけて伝える場合もある。それらがすべて「見えるようにする」のがデザイナーの責任でもある。

外的世界がデザイナーに提供する情報は、第一には道具のモノとしての物理・化学的知識であり、それらを利用する工学的技術的知識である。それらはデザイナーがデザインの意図を実現するにあたって十分考慮すべき知識である。さらに、デザイナーに対して、道具使用の社会的システムについての情報も重要である。多くのユーザによって利用され、社会を変化させていくプロセスが的確に把握されるように、情報を提供しなければならない。これらの情報も、道具の使用状況に即して、「道具に語らしめる」場合と、まさに知識として文化のなかに埋め込まれている場合とがある。

従来は、道具のデザインを考案する際には、ユーザの「欲望」を充足させることだけを考える傾向が強かった。場合によっては、道具によって新しい「欲望」を生み出させることさえもめざしていた。しかし、今日では、道



具はもはや「環境」の一部とみなす考えが広まってきた。すなわち、道具はかならず他の道具や自然環境と相互作用をもち、外界はデザイナーの想定を越えてさまざまな波及効果をもたらすことについて、デザイナーは責任をもつべきだ、という議論が出てきている。とくに、自然破壊や資源の浪費といったことについても、十分な配慮をするべきであるとの議論が一般的になりつつある。

### 3.3 接面情報の形態

道具がデザイナー、ユーザ、外界世界と接している接面で、さまざまな情報を相互に交換し合い、いわば「語って」いるわけだが、その「語り」が相手にどのように的確に伝わるかは、情報の形態によって異なるだろう。たとえば、単純なパソコンを BASIC なるプログラミング言語で入力している場合には、ユーザがパソコンに「語る」言葉は、キーボードを叩いて入力される BASIC コマンド からなる「記号列」である。一方、パソコンがユーザに「語る」のは、ディスプレイ上にあらわれる文字列であり、プログラミング言語の記号列の場合もあるし、日本語ないし英語の言語である場合もあれば(たとえば、エラー・メッセージなどはまちがいがなく日本語である)、図表であったりもする。パソコンに音を出させることもできる。

パソコンとユーザの「語り合い」をもう少し円滑にしようとするなら、Macintosh の GUI(Graphic User Interface)のように、パソコン側ではウィンドウやアイコンのような「メタファ」を利用した記号系で「語りかけ」を行い、ユーザの方はキーボードで文字列を入力したり、マウスを動かすという平面上の手の「動作」で「語りかけ」を行っているわけである。最近の仮想現実感(Virtual Reality)を取り込んだコンピュータの場合には、データグローブやデータスーツを着用したユーザの3次元空間内の身体動作を入力することもできるようになってきた。

このように、道具とユーザが交換する接面情報は、通常の人間同士のコミュニケーション形態にますます近づいてきている。文字や音声による日常言語で「語り合い」、あるいは身体動作で、仮想的に表示されているオブジェクトに、現実世界の事物を操作するのと同様の操作で「動かす」ことができるようになってきた。そのよ

うに道具との「会話」が現実世界の会話に近づくにつれて、メタファが多用され、また、特定の「状況設定」(たとえば、「デスクトップ」)が利用されるようになってきた。

一方、道具がデザイナーに「語る」ことばのほとんどは、逆に非言語的な物理的变化(「故障」の場合はまさに「動かない」こと、だったりもする)であることが多い。特定の記号(数字も含む)や言語で、故障やトラブルの状態をディスプレイで表示している場合もあるが、それだけに頼っていると、誤診の原因になったりもする。しかし、音や色などの微妙な変化が自然に「現れて」くるとや、「動き」が全体としてどこことなく「不自然な」様子を示すような場合もある。それらの「微妙な」情報をどのようにすばやくキャッチし、それを道具のデザインの改善に生かせるようにするかが、インタフェースの重要な課題でもある。

ユーザとデザイナーのコミュニケーションと言えば、必ずしも道具の操作や表示反応だけではない。マニュアルなどの文書、製品のコマーシャル、手紙や電話によるクレームなどがある。それらの情報をどのようにすばやく、適切に把握して、対応のアクションにうまく結び付けられるかが、「道具に付随する」インタフェースの問題である。

このように、道具と人間(ユーザ、デザイナー)との会話、あるいは道具を介した人間と人間(ユーザとユーザ、ユーザとデザイナー)の会話、さらには、道具についての直接の会話(エキスパートのユーザとずぶの素人のユーザ、メンテナンスや修理のプロと一般のユーザ、デザイナーとユーザなどの会話)もあり、それらの用語、記号、信号、などを適切なところで表示し合い、それを具体的なアクションに結びつけるシステムを作っておくことが、長い目で見たときの、インタフェースの改善策にもなる。そのためには、接面構造におけるさまざまな「顔」ごとに、どのような接面情報の形態がもっともふさわしいか、どのようなメタファは有効か、などについて、さまざまな心理実験を通して検討しておかねばならないのである。

## 4 おわりに

本チュートリアルでは、Norman の「認知工学」の

概念の解説から、彼の「行為遂行の7段階」説にもとづくインタフェース分析を、「実行のへだたり」の分析と「評価のへだたり」の分析に分けて明らかにした。さらに、筆者はNormanの分析が「ユーザの側からのインタフェース研究」に片寄っていることを指摘し、デザイナーの立場、現実世界の外界からの作用をデザインに取り入れるために、Normanのモデルを発展させ、デザイナー、外界、およびユーザの3つの世界が道具を通して、また道具にかかわって相互にコミュニケーションをしていくという「接面構造」なるモデルを提唱した。それによって、インタフェースの研究課題の全貌をつかみ、たんなるユーザと道具とのコミュニケーションに限らず、きわめて多種多様な相互交渉のコミュニケーションの内容と形態を分析できる枠組みがある程度明確になってきたことと思われる。

紙面の都合で、具体例が少ない議論が中心となったが、これは冒頭で述べたように、従来研究があまりにも多種多様な個別的なシステムのインタフェース問題を扱っていたために、ヒューマンインタフェース問題の「全貌」が見失われがちであったことへの反省をもとにした考察を中心としたからでもある。

さらに、本チュートリアルでは紹介できなかったが、それぞれの接面でのインタラクションを支援するための

基礎としての認知工学、とりわけ、生態学的立場、状況論的立場からの認知科学の展開が今後大いに進められるべきである(ヒューマンインタフェース研究における生態学的アプローチについては、佐伯[3]を、状況論的アプローチについては佐伯[5]を、それぞれ参照されたい)。

## 参考文献

- [1] 淵一博(監修), 古川康一・溝口文雄(共編): インタフェースの科学, 共立出版, 1987.
- [2] 甲洋介, 安西祐一郎: ユーザインタフェースと認知モデル, 人工知能学会, Vol. 2, No. 2(1987), pp. 141-149
- [3] 佐伯胖: インタフェースと認知工学, 情報処理, Vol. 30, No. 1(1989), pp. 2-14.
- [4] 海保博之: インタフェースの認知心理学, 情報処理, Vol. 30, No. 8(1989), pp. 902-911.
- [5] 佐伯胖: 道具使用の認知科学, 日本認知科学会(編), 認知科学ハンドブック(近刊).
- [6] 西田正吾, 佐伯胖: ヒューマン・コンピュータ交流技術, オーム社(近刊).
- [7] Norman, D. A.: Cognitive Engineering and Education. In D. T. Tuma & F. Reif(eds.), *Problem Solving and Education: Issues in Teaching and Research*, Lawrence Earlbaum Associates, 1980, pp.97-107.
- [8] Norman, D. A.: *The Psychology of Everyday Things*, Cambridge University Press, 1988. 野島久雄(訳): 誰のためのデザイン?——認知科学者のデザイン論, 新曜社, 1990.
- [9] Norman, D. A. and Draper, S. W. (eds.): *User Centered System Design: New Perspectives on Human Computer Interaction*, Lawrence Erlbaum Associates, 1986.