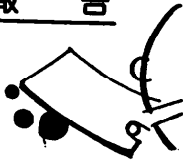


## 報告

## パネル討論会



## ヒューマンインタフェースとメンタルモデル

## 昭和62年前期第34回全国大会†報告

## パネリスト

安西祐一郎<sup>1)</sup>、中山 剛<sup>2)</sup>、加藤 隆<sup>3)</sup>  
大槻 説乎<sup>4)</sup> 司会 木村 泉<sup>5)</sup>

司会(木村) 東京工業大学の  
木村でございます。よろしく  
お願いいたします。

表題は「ヒューマンインタ  
フェースとメンタルモデル」  
となっておりますが、5人の方々にそれぞれ変わった  
ことをいっていただくというのが皮算用で、どう展  
開するかは私にも読めません。うまくいきましたらご  
かっさい、その場ののりで、楽しくいきたいと思  
います。パネルですから八百長のけんかもあるといいと思  
います。

パネリストをご紹介します。まず北海道大学の安西  
さん。心理学一般の立場から概論をしてくださいと  
お願いしましたら、まあそれはやりますよとおっしゃ  
てくださいましたが、プラスアルファもあるようです。

日立製作所中央研究所の中山さんをお願いしたの  
は、日本語文入力関係のお仕事、情報処理学会の25  
周年の論文集に載っております、大変おもしろかつた  
というのが私の側の動機です。

日本 IBM の加藤さんは、初心者がワープロを覚え  
ていく様子を調べたお仕事がありまして、マニュアル  
の良し悪しとか、それからいろんなメッセージの良し  
悪しとか、そういうところをいろいろ研究されたお仕  
事が非常におもしろかつたのでお願いしました。

それから九州大学の大槻さんには、CAI のほうの  
お仕事がございます。これもあるところで、お話がひ  
どくおもしろかつたものですから、ぜひ出ていただき  
たいと、お声をかけました。皆さま、おいでくださ  
いまして、大変喜んでおります。

大話筋の筋としては、まず木村からなぜこのテーマ

†日時 昭和62年3月18日(水) 12:30~14:45

場所 日本大学

1) 北大(現慶大)、2) 九大(現九工大)、3) 日本IBM、4) 日立  
(現富士大)、5) 東工大



を取りあげたかを申し上げます。安西さんは、すでに  
申しましたように概論プラスアルファ、中山さんには  
日本語入力関係、わりに1秒以内のところまで起こつて  
るような現象の話、加藤さんののは2~3日で学習する  
ような話かな、大槻さんののは、ひょっとすると半年、  
1年かかって覚える話じゃないかしらと、こう時定数  
でもっていい加減に分けて考えましたが、こだわって  
いただく必要は全然ございません。ただ、必ず自己紹  
介的な部分を入れていただきたいとお願いしてござい  
ます。

## 1. メンタルモデルとは

司会 それでパネルの表題のことですが、ヒュー  
マンインタフェースという言葉はこのごろは広告にもよ  
く出るようになりましたのでまあいいと思うんです  
が、メンタルモデルというのはなんだといわれると、  
実はいい加減につけちゃったもんですから、ちょっと  
まずかつたかもしれないので、弁明を申し上げます。

今度、情報処理学会の日本語文書処理研究会が名前  
が変わりまして、文章処理とヒューマンインタフェ  
ース研究会となります。この題に決まる前に2回ほど会  
議がありまして、そのとき現在の主査の山田尚勇先生  
が、ヒューマンインタフェースとメンタルモデル研究  
会にしようと提案なさいました。で、ほとんどそれで  
決まりかかっていたのが、あとでいろいろな考慮から  
上のようになりました。それをそのままいただいてし  
まおうというので、つけた題がこれです。

その時点では私はこのメンタルモデルという言葉  
を、人間の側もちゃんとモデル化して考えますよと  
いう程度の漠然とした意味合いで考えていたのです  
が、あとでこのパネルをやるについて少し勉強してみ  
ましたら、利用者がシステムを使っているときにシス  
テムはこんなものだというイメージを頭の中にもって

いる、その頭の中にもっているイメージの全体のことをメンタルモデルという、という立場があるようです。そしてそれは設計家もっているモデル（コンセプトモデル）と対立するものだということになっている。

今日のパネリストの方々に伺ってみますと、そういう使い方がわりに普通ですよ、とおっしゃる方もあるものですから、この場限りの約束として、この言葉をヒューマンインタフェースまわりのモデリング一般を指す、というふうに広い意味でご解釈いただければと思います。

## 2. なぜいまヒューマンインタフェースか

司会 さて、やはり総論ですらかなにかいわないといけないので、ひとこと申し上げます。なぜインタフェースが問題になっているか。これはまずなによりも衣食足りて礼節を知った、ということじゃないかと思えます。教室でカードリーダーとラインプリンタを使ったことのある人はいるかといって手をあげさせますと、つい数年前までは半分ぐらいはあげていたのが、このごろはほとんどいなくなりました。どこかの学校の計算センタに忍び込んで使ってたなんてやつが多少おりますけれども、大体はパソコン育ちになっています。カードリーダー+ラインプリンタというのもヒューマンインタフェースだったには違いないわけですが、ただしあれは衣食足りてなかったころのインタフェースでございまして、それが先ほど鈴木則久さんのお話（招待講演）にもありましたけれども、ビットマップディスプレイとかポインティングデバイスとか、そういうものが安くなってきたものですからだいぶ話が変わってきました。また計算機技術が大衆化しまして、みんながそれをさわるようになりました。

それで、そこのところ、つまり利用者がうまく使えるかどうかというところがシステム全体の効率にドカンときいてくるという時代がきました。そのために、インタフェースのよくないようなものは使ってもらえなくなった、ということではないかと思えます。

さてそこで、頭脳のことが問題になります。頭脳の中のことが分かなければインタフェースのことは本当には分かりません。ところが頭脳というものは、開けてみても分からないものです。なにかベショベショ濡れたようなもので、つかみどころがありません。神経のパルスがどう走ってというような生理的な話はいろいろ調べられていますが、それはいわば VLSI の

中でトランジスタ素子がどうなっているかというような話に近いわけで、むしろインタフェースを考えていく上では、大づかみな人間の頭のシステム仕様のほうが重要ではないかと思われるわけです。つまり大づかみなものをつかむためのモデルが必要なんじゃないかと、そういうふう考えているわけです。

あともう一つ。これは立場がいろいろあるかと思いますが、そういうものを漠然とした言葉で表す代わりに多少とも数量化したいということがあるかと思えます。とにかくそういうことで頭脳のモデルというのが考えられてきているわけで、そのことも一つ今日の議論の中に入っているといいなと思っているわけです。

## 3. ワープロと脳のモデル

司会 で、自己紹介ですが、私は今ワープロをいじっております。ワープロの研究をやるといいますと、2~3年前には事務の人にずいぶん叱られたものです。そんなものは研究の対象として認められませんよ、などと忠告されたのですが、このごろはなんにもいわれなくなりました。

これは私がたまたまとったデータの一つもってきたんですけれども、これは今ベストセラになっている「一太郎」の一世代前の旧一太郎で、いわゆる文節変換方式で「高性能日本語処理システム」と打ってみた姿です。ごらんいただきますと、「高性能」と「日本語」の間にちょっと間があきます。

「高性能」と打って変換結果が出たあと「日本語」と打つ、その間のタイミングというのは、実は頭の中で起こっている現象が決めているわけですね。で、それを測ってみると平均では0.5秒とか0.6秒とかいった値になります。それがなぜそうなるかというのが興味があるわけです。

というのは、同じ一太郎で、いわゆる連文節変換でまず「こうせいのようにほんごしよしすてむ」と打ってしまったから、「変換」というと、ガタガタガタガタッとしばらく動いて、一斉になんかにしてくれるんですけれども、その結果は、新版の一太郎はいいんですけれども旧版はあんまり思わしくなくて、「構成の字に本語処理しすてむ」というのが出るんですね。そのあとこれ直さなきゃいけないんですが、それを直しはじめるまでの時間というのは、ずいぶん長い。とてつもなく変な変換結果を見て、ああどうしよう、一瞬あつ困ったと考えている時間なんですね。1秒どころ

ではなくかかっている、明らかにメカニズムが違うわけですね。

で、なぜそんなに違うのかを理解したいという動機がありまして、いろいろ考えているのですが、それがカード (Card) たちの脳の簡単なモデルを使うと割合よく理解できます。

たとえば文節変換の場合を考えてみましょう。彼らのモデルによれば、変換結果が目に見えるようになるまで 100 ミリ秒かかる。その結果を見て脳の CPU がなん回か回る。その回数を勘定してみますと 2 回か 3 回か 4 回かそのくらいになる。1 回は 70 ミリ秒です。最後に手が動くのですが、それも 70 ミリ秒かかる。これを足してみますと、先ほどの 0.5 秒というよりは少し短い時間になりますけれども、大体以て時間になって傾向を説明することができます。してみるとどうもモデルというのは役立つものらしいと思っていいるというのが、私の立場でございます。要するにワープロの研究をしております。

話は元へ戻りまして、あとは安西さん、中山さん、加藤さん、大槻さんに順々におもしろいお話を伺いたいと思います。ではよろしく願いいたします。

安西 北大の安西です。今の木村先生の紹介では、私は心理学一般からみたインタフェースについての概論、それにプラスアルファをやれということになっているんですが、私は心理学だけやっているわけではありませぬので、木村先生の私に対するモデルがそうなっているのではないかなと思います。概論は 5 分だけやって、あとちょっとビデオがありますので、それをお見せしようかというふうに思っております。



#### 4. 要素技術+人間理解

安西 一応役割ですので、ユーザインタフェースについて概論的なことをまず申し上げます。今木村先生のお話にもありましたように、とにかく最近の技術の発展によりましてユーザと計算機の関係が、以前のような機械的な関係ではなくなりつつあります。もう少し正確にいうと、もちろん機械的ではあるけれどもいわゆるメタフォリカルにいうと機械的な関係ではなくなりつつある。特に認知情報処理といえましょうか、人間の認識のレベルでもって計算機と付き合うことができるようになってきている、現在はそういう状況に

あるわけです。

では、こういう状況になってきたのはどうしてか、もう少し詳しくこれまでの歴史を考えると、一つには、人間に関するいろいろなレベルの情報処理機構の研究において、神経生理学とそれから認知心理学が主だと思えますけれども、そういう分野でもっていろいろなことが分かってきたということがあります。それはこの 10 年から 15 年ぐらゐの間に認識の科学に関して起こってきた大きな特徴だろうというふうに思います。

たとえば、知覚、記憶、イメージ、言語、推論、問題解決、運動機能、ほかにもいろいろありますが、このような個別の機能について非常に多くのことが分かってきている。特に、基礎的なデータがだんだん揃ってきたということが大変重要なことではないかと思えます。

それから 2 番目として、計算機の側からみますと、ハードウェア技術の発展、それからソフトウェア、その上にさらに最近の人工知能技術といえますか、そういうものがこれも皆さんよくご存知のようにこの 10 年ぐらゐの間に大きな発展を遂げてきているわけがあります。つまり、一方に人間の情報処理機構があり、もう一方に計算機技術があるという図式を私たちが技術の基盤として使えるようになってきた。繰り返になりますが、技術のほうでは、ハードウェア、それからシステム言語、あるいはそのあたりのソフトウェア関連のシステムプログラミングのような分野、それから人工知能、こういう技術が発達してきて、たとえば昔は理解なんていうと、それこそ頭をたたかれかねなかったんでありますが、最近はパターン理解とか自然言語理解とかいうように、理解という言葉が技術屋が平気で使うようになってきました。

あるいは推論技術、それから表現技術のような、以前にはあまり考えられなかったインタフェース技術もあります。表現技術というのは、たとえば計算機からエラーメッセージを出力する場合を考えたときに、それをただ昔みたいにほとんどなにがなんだか分からないようなエラーメッセージで出すのではなくて、もっと人間にとって分かりやすい説明を生成して出力するような、そういう技術がだんだん出てきているわけがあります。

特に私は、計算機からの出力の仕方とか表現技術に興味をもっておりまして、計算機の内部情報をどうやって人間に提示すればよいのかということ、今

申しましたように昔の情報工学技術であまり考えられていなかったと思うんですが、そういうことも最近の、あるいはこれからの問題になってくるのではないかとこのように思っているわけです。

まとめて申しますと、計算機関連の要素技術がだんだん進歩してくるとともに、人間に関するデータも揃ってきたことによりまして、ハードウェアを含めたシステム関係の問題と人間の問題を結ぶような、そういうモデルというのが考えられるようになってきた。こういうモデルを呼ぶ言葉としては、言葉だけが先行しているような気がするので個人的にはあまり使いたくないのですが、メンタルモデルとか概念モデルとかそういう言葉があります。このパネル討論も題名にメンタルモデルという言葉がはいついて、これは最近よく使われている言葉です。私としてはよく分かりませんが、そういう言葉でユーザがシステムに対してもっているモデルを漠然と指していると考えていいと思います。

あるいはユーザモデルという言葉がありますが、これは、たとえばあとで大槻先生がお話されると思いますが、CAI の分野でははっきりした概念になってきております。とにかく、人間とシステムの関係についてのモデルという考え方がずいぶん出てきているわけです。

昔は心理学なんかでも、モデルなんていったら頭をたたかれると、そういうような状況だったものですから、ずいぶんそれは変わってきているのです。これが概論です。そういう世の中になってきているんだということが概論の結論であります。

個別的なモデルの問題につきましては、これから3人あといらっしゃるオーソリティの先生方がお話しくださいしますので、私は差し控えさせていただきます。かといって概論だけやると、あいつは概論しかやらないと思われるのは心外ですので、私どもでやっていることをちょっとお話ししたいと思います。

## 5. 例—札幌市の道案内

安西 今日お話しするのは札幌市の道案内をする自然言語の対話処理システムです。対話処理も最近ではいろいろなところでやっているかと思いますが、ここではわれわれの研究室でこの1年近くの間やってきましたことをビデオにまとめたものを、ちょっとお見せしたいと思います。10分間番組です。

(ビデオ開始)

画面に顔が出ておりますが、これは、あとで申し上げますけれども、計算機の内部状態を視覚的に提示するという機能を担っています。そのほか特に人工知能関係の仕事をしてられる方はいろいろお分かりいただけると思うんですが、お見せしているシステム自体はプロログとCで書いてあってかなり大きなものです。

これは今自己紹介しているところですが、リアルタイムです。

ただし、声は別です。声はアナウンサーをしている方をお願いしてあとで入れたものです。ただ音声合成の装置はこのシステムにすぐ付けられますので、音声合成のいいシステムができればすぐにつながります。

口の形はイロハ48文字が制御できるようになっていて、全体システムの中の文生成システムによる文生成プロセスに同期して動くようになっております。

システムは地図のデータベースをもっていて、それを使って推論をやって道順を教えるんですが、それとともに地図を書きます。この地図についても、札幌市のどこの部分を地図に書くかという点については、対話の中の話題から推論してどの地域の地図を書けばいいということを推論するわけです。今ビデオ画面の右側に大きく出ているのは北大のキャンパスです。

システムは生成される文を画面に出すのを途中で切って、ユーザがリターンキーで次の情報を欲しいかどうか決められるようになっています。

システムが生成するユーザへの応答文の中で右とか左とかいう方向が出てきますが、これは、ユーザがどちらの方向を向いているかを推論し、それに対して相対的な方向になっていて、システムはその相対的な方向を計算するわけです。

また、近くになにがあるかというようなことも、近いということの意味が文脈によって変わってくるわけです。つまり、ユーザとシステムの対話の中でどういう場が話題になっているかによって近さの絶対的距離は変わってくるものですから、近いといってもどのくらいの近さであるかということは、そのときの話題に合わせた相対的な距離を、推論によって求める必要がある。その結果を使ってここは近いといっていることを決めてから出すようになっています。今画面に出ているように顔と地図が別々のウィンドウを使って出るんですが、顔と地図は並行に独立したプロセスで走っていて、あとで出てくるとは思います。顔は表

情が変わるようになっていきます。さっき申しましたように計算機の内部状態を表現するのに、顔の情報を使っているわけなんです。

また、今画面に出ていますように、ユーザの目的がはっきりしない対話というものも多いのです。たとえばユーザが「すすきのに行きたい」とシステムに入力しただけではユーザの目的がはっきりしない。こういう場合は、すすきののどこに行きたいかはっきりしないから、ユーザの目的をはっきりさせる方向に情報が得られるような応答や質問をシステムが生成します。

今顔の表情がさっきとは変化していますが、これは対話の目的にはあまり関係がないと思われることをユーザが入力したためです。顔を生成するためには、目と口と眉が並行プロセスとして制御されていて、いくつもの表情が出せるようになっていきます。

今のように顔の表情を制御することによって計算機の内部状態を視覚的に提示することが可能になります。そのときに顔という視覚情報を出しただけでは内部状態をユーザが一意に決めることは難しいので、言語的な情報と一緒に出すことが必要です。言語と画像の情報を両方出すことによって、ユーザにとって分かりやすい情報にしたいという意図があるわけです。

今画面に出ているのは、少しずつ地域を限定した地図をいくつも生成することによって、すすきのがどこにあるかということ視覚的に分かりやすく提示しているところです。

一応ユーザモデルといわれるようなものとして、簡単なものも持っています。たとえば、ユーザが観光客であるかどうかによって答え方は変わるからです。

このウィンドウに出ている地図は、12条駅という地下鉄の駅があるんですが、そこへ一応線をびゅっと引いて、そこまでまず行けということですね。

ここに道順について推論した結果を文に生成したものが出っていますが、ユーザに分かりやすい文とはどんな文かどうかということも大きな問題です。たとえば、「2本目の道まで行く」ということを言いたいときに、どこまで行くかランドマークを示すと、50m行きなさいというように距離で示すと、道の数で2本目の道というふうに言うのとでは、ユーザにとっての分かりやすさが違ってくるのです。そういうフレキシビリティをもたせられるためには、文生成のシステムに渡す「なにを言うか」を決めるための推論のところをよく考えなければいけないわけです。

たとえば、「少し行く」というのも、かなり推論をやって、少しという言葉を使っていいんだということ推論して、それから文を生成しております。

今画面で線がずっと上から下に伸びていっています。あれは北から南へ走っている地下鉄に乗ればいいんだということを見せているんです。

今ここでウェイト（待ち）がかかっていますが、これはユーザがあとの情報も欲しいかどうか、ユーザが決められるようになっていく待ち状態です。リターンを押せば次の情報を教えてくれるようになっております。

さて、今すすきのの交差点まで教えてきて、そこでの道を提示しているところなんです。画面のあそこ今出たのは、すすきのの交差点のところですね。

繰り返しになりますが、ユーザにとっての左とか右とか、そういう相対的方向の情報をういてユーザにとって分かりやすいと思われる文を生成するには、かなりの推論が必要なわけです。

大体このくらいなんです。ここはシステムのスピードを競うパネル討論ではないのですけれども、今お見せしたのは一応リアルタイムです。ただし、顔を画面に出すグラフィックス部分がかなり重くて、顔を出さないことにすればもっとずっと速いシステムになっております。

(ビデオ終了)

あまり時間をとりたくないで最後に申しあげますけれども、今お見せしたビデオで言いたかったのは、とにかく現在の技術を使うだけでも、インタフェースとして大体このぐらいのところ、もちろん使う計算機次第でもっと速くなるとは思いますけれども、この程度までいくことは十分可能であるということです。応用技術としてはそういうことが可能であり、一方では経験科学的な分野でもって認知情報処理の研究がやられているわけですが、今ビデオを使って申しあげた話の中でインタフェースに関連がある重要な問題としてどんなことがあるかということ、文生成、地図の生成、それから顔の表情の制御とかユーザモデル、そういう問題なんです。こういう問題を技術的にきちんとやって、その上で情報の表現といえますか計算機側からどういうことを説明してやればユーザにとって分かりやすいかということを考えるようにしたい。そういう意味で、私どものところでは、情報の表現技術というかそういうことを考えるようになってきているわけです。

さて、これではじめに概論ということで申しあげましたうちの、人間の情報処理機構と人工知能技術の関係について、私どもの研究室でやっている例を用いてお話ししたつもりなんですけれども、お話し残した問題がある。それはやっぱりモデルの問題です。人間の情報処理機構と人工知能技術の関係を、インタフェースへの応用のための知識として蓄積していくためには、やはりちゃんとしたモデルを作りながら、インタフェースとモデルの問題を考えていかなきゃいけないと思っているわけです。ただこの点については、私に与えられた時間はもうありませんし、これからしゃべられる方々がそれぞれ専門家でございますので、お話しただけなのではないかと思えます。私のところは一応これまでにしておきたいと思えます。どうもありがとうございました。

司会 ありがとうございます。では中山さんをお願いいたします。

中山 日立の中山でございます。なにか1秒、数秒ぐらいのショートレンジのお話をというご注文だったんですが、なかなかそういうところでももしろい話もできかねるということで、私は従来やってきたことをざっとトピックス的にご紹介して、責を果たしたいと思っています。



中身は4つございまして、一つは認知モデルとか人間の情報処理モデルとかを考えますときに、非常にパッシブなロボットのモデルみたいなものが多いわけで、自発性、能動性を表現するモデルが必要なんじゃないかということです。

それから二番目に評価尺度の問題。これは私どもはメーカですので、ただメンタルモデルをつくれればよろしいというわけではございませんで、システムに向き合っている人間のユーザが、どういう特性をもっているかということのをできれば数量的に表したい。具体的にはシステムを評価するかユーザインタフェースを評価するかで、そのときの評価尺度が問題になるわけです。

それから三番目に、あとで申しあげますように時間モデルといいますか、評価尺度として時間をとって行くというのは非常に多いわけですが、その世界での問題をお話して、最後になにかこんなことができないかと考えている、という話をしたいと思えます。

## 6. 自発性を含めたモデルを

中山 最初にモデルの能動性といいますか自発性の問題です。これは先ほど木村先生の OHP にもありましたが、ゼロックスのカード (Card) がある本に書いてあるモデルでして、基本的には感覚処理部と認知処理部と運動処理部という三つのプロセッサと、それから三層のメモリがある計算機システムみたいな格好になっています。こういうモデルですと、感覚的な刺激を与えてやると、パッと認知してそれに対応した運動をする。これではまるでロボットでして、長期記憶にすでにプログラムされていることしかやれない。

が、人間はそういうものではありませんで、なにか外界を認知しようというときには非常に能動的に、たとえばあるところを見ようとしますと、そちらに体を向けて眼球を動かして、しかもそこにフォーカスを結ぶというようなことをするわけです。そうしませんと全然そこには見えない。対象を見ようとするときに、人間の網膜上の中心窩の付近でしかシャープに見えませんが、そういう能動的な行動をとらなれないとちゃんとした認知ができない。そういうものをコントロールするようなスーパープロセッサ、図では統合機構と表現してありますが、そういうものがなきゃいけないかと考えています。

ではなにがそれを動かしているのかということ、これは心理学的な言葉であります。欲求というドライブソースがあります。この欲求も非常に生理的な低次の固体維持に関するものから、だんだんと社会的な欲求、最終的には自己実現の欲求というように進展していくということを社会心理学者のマズローがいております。なにかそのような主体的な行動、自発的な行動をとらせるスーパープロセッサみたいなものを考えなくちゃならんだろうというのが一つの論点です。

## 7. 予測に役立つ評価尺度を

中山 それから、次に評価尺度の話。どういうモデルを考えるにしても、私どもメーカの立場からするとインタフェースなりなんんりの評価をするということになります。評価するということは、裏返せばただできたものを評価するのではなくて、できれば事前に外部仕様ぐらいのレベルで予測をしたいという問題があります。

で、そのときに人間が動作をしてどのくらい時間がかかって、それに対するシステムの動きがどのくらい

時間がかかって、という時間モデルをとってくるのが一般ですが、これはどうもアメリカのタイムアンドモーションスタディの効率主義の後遺症みたいなものであまりおもしろくない。というのは、たとえばゼロックスの J-Star などを使った経験のある方はお分かりだと思いますが、あれは必ずしも速いシステムじゃないですね。非常に時間がかかるシステムであったりするので、使っているうちにいろんなことを発見して楽しいシステムです。なんかそういう楽しさとか操作性のよさとかいった主観的な度合いを表現するようなことはできないかと思うわけです。

これは昔私どもがステレオの音質の評価とか、テレビ画像の画質の評価とかやっておりましたときに使っていたモデルで、このQといえますのは、たとえば5段階とか7段階の評定尺度でもって、なにかある良さを評価した評価値であります。で、それを構成する要因、対象の要因Dと、それに対して個人がどういう重みWをかけてよしあしを判断しているかというWの積でもって表すというようなことでやってきたわけです。

## 8. テレビの画像のシャープネス

中山 具体例をお見せしますと、たとえばこれはテレビジョン画像のシャープさの要因分析をした例です。シャープさというものを分析しますと、フォーカスの軸とコントラストの軸と、これに直交する明るさの軸と出てまいります。ここにほとんど45度の線の上にたくさん点が打ってあるのは、対象画像の番号で第一象限のほうにいくとシャープに見える画像で、第3象限のほうはぼけて見える画像を表します。

ところでこれが先ほどのWですが、W、すなわち人による重みは人によってずいぶん違います。同じようにこれはフォーカスの軸、コントラストの軸、それからこっち側は縦軸が輝度、明るさの軸です。それに対して一人一人の人間がどういう重みをかけ判断するか、この四角いのが女性の被験者です。それから三角が男性のエンジニア、ポチが男性ですが技術者じゃない人です。いろいろばらついていますが、マクロには、フォーカスとコントラストに非常に重みをかけて判断しています。

ただ一人だけ13番の人は、フォーカスとコントラストの軸に重みが少なくて、明るさの軸だけ重みをかけています。これは実は私どもの失敗です。この人はコンタクトレンズをつけていまして、当日実験のとき

にコンタクトレンズがおちたのをかまわず、要するに細かいところが分からず明るさだけで判断したというばかげた結果だったのですが、そういうことがちゃんと分かるわけです。

それからそういうような解析をした結果、物理的なパラメータと関係づけることができます。ここで上のほうにごちゃごちゃと式が書いてありますが、Sというのはフォーカスのパラメータで、Cというのはコントラストで、 $L_0$ というのは輝度のパラメータです。こういうような重回帰式で物理的なパラメータから、画像のシャープネスが予測できるということです。

## 9. 日本文入力の時間モデル

中山 次に、先ほど申しましたように時間モデルの話です。日本文入力という話を木村先生がなさいましたので、その話をしたいと思います。日本文入力のモデルは非常に複雑なのですけれども、ごく簡単に仮名漢字変換方式についてのマクロなモデルをこの下に書いてあります。日本文の1字を入力するに必要な時間を予測するわけです。どういう構成になっているかという、1文節の読みを入力して正しい結果が得られるまでの時間、それから正しい結果が得られないけれども、必要な字が候補の中にあって、それを捜す時間、それから結局だめで1字ずつばらして入力する時間、それに対してそういう事象が出現する確率をかけてやります。この確率は結局変換率になるわけです。

その例がこれです。これは情報処理学会の25周年記念論文に出したのですが、横軸が練習時間で縦軸が日本語1字1字あたりの入力時間です。で、ごちゃごちゃと実測データがありまして、そこに先ほどの予測式で求めた線が引いてあります。

ここで言いたいのは、実はユーザの観点からすると変換率とかなんとかいう問題以上に、切実な問題が往々にしてあるということです。たとえばこれは横軸は時間で縦軸は先ほどと同じように1分間あたりの入力速度ですが、単文節変換方式の場合を考えますと、システム側の処理時間をパラメータにしますと、0秒ということは原理的にありませんが、時間がふえるにつれてものすごく遅くなってくる。外部仕様だけで考えると意外にシステム側に人間の特性以上に、落としあながあるという話であります。

それから個人差というのは非常に大きな問題です。これは明後日5R-2というセッションで詳細をご報告しますが、エディタを使用するときのオペレーショ

ンプロセスを記述して予測する話です。横軸が図式的な記述方式から予測した予測値、このマルに数字で示しているのはいろいろなベンチマークプログラムで、長く時間がかかるものとか短いとか、それに対して実測値が縦軸に示してあります。データがポチポチとありますが、これは実は3人の被験者でやっています。黒点はエディタの設計者のデータで、非常に熟練している人、それからこの白丸とか白三角は初心者です。明らかに時間勾配が違うわけです。非熟練者は熟練者の倍近くかかっている。こういうユーザによる違いというものをどういふように把握していくかというのが非常に問題であると思っています。

最後に、今考えていかななくてはならぬと私が思っている問題を二つばかりお話しします。一つは対話の問題です。本当はユーザとシステムの対話ですけども、最初は人間と人間との対話、しかもそれは表示画像を媒介とした対話をするというような場合を考えてみますと、いろいろ問題が分かってくるだろうと思います。人Aがもっている思考、すなわちその思考内容は、表象とか概念とかで表せませんが、それと同じものをBがもっている場合に非常にコミュニケーションがうまくいくわけです。また、それをどういふふうにして表示画像に表すかという問題があります。

それからもう一つは、もう少し複雑な問題で、プログラムを作るときに人間の頭の中でどういふことが行われているかを考えてみたいというものです。これは今のところ固まっていない話ですが、なにかゴールシリーズのネットワークと達成プランのネットワークがあって、それが結合されて呼び出されると考えます。非常にうまく構造化されている場合と断片的な場合とがあって、初心者は断片的で、熟練者になってくると構造化されて、どれかのゴールシリーズを呼び出すとぞろぞろと大きな単位でプランネットワークが呼び出されるということになるのではないかと思います。

ちょっと時間が長くなりましたけれども、これで私の責を果たしたいと思います。

司会 ありがとうございます。では引き続き加藤さんをお願いします。

加藤 日本 IBM 東京基礎研究所の加藤です。初めに紹介がありましたように、私のテーマとしては一応学習ということにしぼってお話したいと思います。それを考えるときに、メンタルモデル



的なアプローチがどういふふう役に立つだろうかという、その辺のことを考えてみたいと思います。ただし、今日の話はこういうことがメンタルモデルでできれば非常に助かるという、希望的な話になってしまうかと思います。それと時間がありませんでしたら、今ヒューマンインタフェースの研究においては、方法論的にちょっと行き詰まっているのではないかというふうに分なりに考えているのですが、その辺のことをお話ししたいと思っています。

## 10. ユーザ側のボトルネック

加藤 それで、先ほどから何回も同じような図が出てきているという感じを受けられると思うのですが、ユーザとシステムがインタラクトする中で、情報の処理がどういふふう流れているかという、当然こんなふう(ユーザからシステムへ、そしてシステムからユーザへというようにぐるっと輪を画いて)流れているわけです。そこで、トータルなスループットを考えたときに、情報処理のボトルネックは大きくは2カ所存在すると思われれます。つまり、システムのところでブレイクダウンすることもありますし、またユーザのところでブレイクダウンすることもあるわけです。

ところで、システムのほうが改良されてこの流れからいえばほとんど重くない状態になったとしても、こんどはユーザがブレイクダウンするという状態が考えられます。つまり、せっかくシステムからアウトプットが出てユーザへのインプットがなされても、ユーザはそのインプットを受けて全然アウトプットが出せない。このようなことが起きれば、これはトータルなスループットということを考えると、いくらシステムのほうが改良されても全体としてはうまくいかないことになります。

ところで、ユーザというのは自分自身も関与しているそのトータルなスループットが高められて初めてシステムの使いやすさというものも評価するのではないかと思います。つまり、われわれはシステムそのものの性能評価と、ユーザが行う主観的な全体的評価というものを区別しなくては行けないだろうと思うわけです。ユーザの主観的な評価というのは、ユーザがもつ主観的な指標によるインタラクションのあくまでも主観的な判断であって、客観的な評価ではないという、あたりまえの話ですけども、そういう認識が大切であると思います。

それで学習ということが重要かということなのです



が、よくシステムを初心者用につくるのか、それともエキスパート用につくるのかという話がありますけれども、初心者はいつまでも初心者でいるわけではなく、やはりだんだん慣れてくるとエキスパートになります。そのときに初心者用につくってあると非常に使いにくくなるという、トレードオフがあるわけです。

また、ユーザをモデルにしながら、つまりユーザの要求に合うようなかたちにつくってしまうことが果たしていいのか、それとも「設計者モデル」というものを考えて、つまり設計者がこうすれば最適なスループットが得られるというふうに考えて、そちらのほうへインタフェースをもっていくべきなのかという問題が生じます。

で、このどちらか一方ということではなくて、初心者はエキスパートになっていかなければならないだろうし、またユーザにとってなんらかの学習は必要とするけれども、最終的にはスループットがよくなるという方向へ考えていかななくてはいけないだろうと思うわけです。そうするとここで学習の重要性が出てきます。

ところで、初心者といってもいろいろと違いがあるわけです。たとえばある固有の領域の専門家であるが、計算機のことには素人である。また、固有の領域の素人であるけれども、まあ新しい仕事に移った場合ですね、計算機のことにはよく知っている。あるいは専門家でもあるし、計算機もよく知っていて、しかも類いのシステムを使ったことがあるということもあります。この場合には学習の移行ということが問題になるわけです。

学習ということを考えてときに、「タブララサ」という概念が出てきます。これは、人間というのは最初白紙状態で出てきて、いろいろな経験を経て知識を獲得するという話なのですが、少なくとも大人になった場合そういうものではなくて、なんらかの既有的知識があり、それに基づいて学習を行います。したがって、ユーザのもっている「初期メンタルモデル」みたいなものを把握する必要があります。それを設計者モデルに近づけていくという努力、これはマニュアルによって一つは行われますけれども、インタフェースにもたせていくという方向を考えなくてはいけないだろうと思います。しかし、現実にはメンタルモデル、つまりユーザがもっているモデルと設計者モデルとの間には半ば恒常的な乗離があるという、こういう状態であらうかと思えます。

## 11. 改行すると右寄せがおかしくなる話

加藤 ここで、初心者が学習するとき、それがどれだけ大変かという一例を、以前の発表で使ったものですが、それでご紹介したいと思います。

これは、被験者が日本語ワープロを使っていて、入力したものをさらに右寄せした後の状態です。カーソルは実は、ここまで打ち込んで右寄せを行ったものですから、そのまま左のほうに残っているわけです。

で、ここで被験者がなにをしたかといいますと、次の行へいきたいということで改行キーを押してしまったわけです。そうすると、入力したものが次の行の真ん中あたりにあるという状態になってしまった。で、やっぱりなにか変だということで、この被験者はさらに右寄せを行ったわけです。そうすると1行あいたかたちになってしまった。

ところで、ここで使っている方法というのは、マニュアル類を一切与えないで、ノビス（初心者）のほうからいろいろ質問させて、それにエキスパートが答えていくというかたちで学習を行わせ、ノビスがどういう情報を得たいと思っているか、またどういうところでインタフェースについて問題を抱えるようになるかという、その辺のことを調べようという方法なんです。

ここで被験者が、「これを1行あげたいのですが」というふうに尋ねています。それに対してチューターが「カーソルを一つ上にあげてずっと右に動かしてください」という指示をしています。で、行の途中で改行記号が出てきましたので、チューターは「その改行記号をとってしまえば文章は戻りますよ」と教えたわけですが、「それは削除でいいのですか」とかやりとりしているわけですね。で、この辺は、どういふふうにそれを消せばいいかという話が出ているわけです。

それで、改行キーを消したところがこういう状態になってしまった。そうすると被験者は「消えちゃったんですか」というふうに聞いているわけですね。確かに画面上からは消えたわけで、実際に見えているものしか初心者の世界にはないのではないかというようなことを示唆するところだと思います。それでチューターがいろいろと説明しているわけですね。で、こういう作業をすれば右へちゃんと戻りますよというようなことでやりますと、また初めと同じ状態に戻ってきたわけです。

で、ここで被験者が「次の文章を打ちたいんですけ

ど、1行あけるから改行すればいいんですか」ということで、またここで改行キーを押そうとしているわけです。つまり先ほどの失敗という間違いがなにも分かっていない。ここで押せばまた同じことの繰り返しになってしまうわけです。で、いろいろとやりとりしているわけですけれども、ようやくここで、「そしてここから打てばいいんですか」というようなことで次の作業に移ったわけです。

次に、「拜啓時下」云々と次の文章を打ち終わって、それからカーソルを右のほうへ一懸命移動させています。で、チューターが、「改行したければ改行キーを押せばいいんですよ」というと、「右端でなくてもいいんですか」と聞いている。

で、その後の被験者のコメントでよくお分かりだと思のですが、あまりチューターを信用していない。相当これは痛めつけられているわけですね、この被験者は、だから非常に疑い深くなっている。

初心者の学習といえますと、問題としては単純かもしれませんがけれども、初心者にとっては非常に大変な問題であることが多い。こういうような問題をなんとか事前に回避するためにメンタルモデル的なアプローチというのを考えたときに、じゃどうということが要求されるかという、やはり初期メンタルモデルの十分な記述というものがまず欲しい。ところが学習ということになりますと、モデルヒューマンプロセッサというものがカードあたりから出されていますけれども、もっと拡張したものが必要です。その中には高次な情報処理プロセス、推論だとか被験者の方略とかいろいろありますけれども、そういうものも考えなければいけない。そうすると当然個人差が大きくなるわけです。方略なんていう話になると、もう個人差が大変なものになってくる。またタスクの違いということも考えなければいけない。それから初期モデルから設計者モデルに近付けたいということであれば、やっぱりモデルの変容の過程を知りたい。

時間がなくなってきましたので、あともう一つエラーの問題ですね。エラーというものをちゃんと把握していかなくてははいけない。これは先ほどの例にありますけれども、改行キーを誤って押してしまって、そこからどうやって抜け出すかというようなこと、一つのエラーからまた別のエラー、とエラーの連鎖が起こりうるわけで、この辺のことも知りたい。インタフェースを実際につくる前にやっぱりある程度予測したいということなんです。

## 12. 実験心理学的アプローチの問題点

加藤 それから、方法論について一つだけ述べたいのですが、これまで実験心理学的なアプローチがよく使われてきていますが、これは私は多分かなり非生産的であるだろうというふうに考えています。一つは実験というものが実はできない状態であるといえます。あまり細かい話には入り込みませんが多くの場合擬似実験しか採用していないのが現状であると思います。

で、擬似実験の問題点というのは、原因の帰属が非常に困難であるということです。実験というのは、統制条件と実験条件があって、統制条件と実験条件の間の差というのは、実験者が前もって制御した変数のみであるというふうにつくるわけです。それでもし両者に差があれば、その差というのはその変数に原因帰属できるわけですが、そういうふうなかたちでは実際には実験がなかなか行われえないということです。

一つは、ヒューマンインタフェースという非常に多くの変数を抱え込んでいますから、それを一つ一つ制御するのは極めて困難であるといえます。また、最初になにか仮説があって、それに基づいて別のインタフェースをつくって比較しましょう、ということではなくて、むしろ前のが悪かったからちょっと改良したものをつくろうというかたちで、実際にはそこにある。それを比較している場合が多いわけですから、これはむしろ観察法に近いようなかたちで、原因帰属が非常に難しい。したがってそこから出てくるデータというのを使っても、なかなか次に役に立つようなものが出てくれないというそういう状態があるかと思います。

しかし、実験的手法が、では全然役に立たないかということ、そうではなくて、たとえばガイドラインとかいろいろありますけれども、その妥当性の検証であるとか、あるいはインタフェースの比較評価、つまりAとBとどっちがいいかみたいな比較の場合には、こういう方法で白黒をつけなければいけないような状況があると思います。

そういうことから、やはり一番欲しいのは、予測能力をもつモデルであると言えます。したがってメンタルモデル的なアプローチというものに対する期待がここから出てくるわけです。といいますのは、新たにインタフェースをつくっていく段階で、現在のものをいくら調べてみてもあまり意味がないわけです。それよりもこれからどういうふうにつくるか、どういう設計

原理をもったものをつくるかというようなことが必要になるわけで、そういった点からやはり跡づけではなく予測能力をもちうるモデル、こういうものがどうしても必要になってくるかと思えます。ちょっと途中という感じもあるのですが、またあとの討論のときでもお話ししたいと思いますので、一応これで。

司会 ありがとうございます。1時間でも聞いていたようなお話ですが、パネルですから先へいきたいと思えます。大槻さんお願いします。

### 13. CAI の立場から

大槻 九州大学の大槻でございます。最初にご紹介いただきましたように、私はCAIという、計算機を使って教育をする仕事をしておりますが、この分野では1970年代からユーザモデル、正確には、スチューデントモデルという名前ですが、今皆さんがおっしゃっていた中のユーザモデルに相当するところでもかなり多くの仕事が出ております。



それについて最近の考えを簡単に紹介いたします。計算機との対話で人間を教えることを考えますと、どうしても相手の状態を知らないと応答できないことがあります。相手の状態というのは、いろいろございまして、相手の要求、たとえばコンパイルをしたいんだとか、実行したいんだとか、デバッグをしたいんだとか、そういう要求を知らなきゃいけない。

それからもう一つは、相手が初心者であるかあるいは専門家であるか、子供であるか学生であるかという相手の違いによって対話の内容や表現を変えなきゃいけない。しかも相手の理解度も、教えていくに従ってどんどん変わっていくんだから、その中で対応しなきゃいけない。どんなふうに変わっていくかをちゃんと見極めて教えなきゃいけない。そういう問題が出てくるわけです。

それ以外に、相手の個性、たとえば計算は非常にうまいけれども、帰納的な考え方はへただとか、あるいは応用問題が解けないとか、その人の特性があります。そういうものを理解しなきゃいけない。

それじゃそういうことをするためにはなにが必要かというと、二つ考えられます。一つは双方主導対話、ミックスドイニシアティブという言葉でいわれているものです。普通の計算機の対話ですと、システムのほうがすべての条件を整えて、それを使う人間のほうは

ここにスラッシュを入れなければいけないといわれれば、必ず入れるというように、前もって決まった範囲の命令を決まった形式で入れると、それに対して計算機が応答するというかたちです。それでは双方とも十分にイニシアティブをとることができないと考えます。自然言語による問い合わせシステムのようなものは人間のほうにイニシアティブがあって、人間がたとえば情報検索のようなものを頼みますと、計算機はそれに対して応答してくるだけです。

それから伝統的なCAIは、前もって手順をすべて設計者のほうで想定する。たぶんこういうふうの問題を出せばこういう種類の間違いが起こりうるであろうと。それに対する返事を全部もって作っておくというようなものは、ミックスドイニシアティブでなくシステムがイニシアティブをもっていると考えるわけです。

で、前もって予想しなくて、それでどちらがイニシアティブをとってもいいようなかたちにしなきゃいけないというのが一番の問題です。

二番目の問題というのは高度個別化、すなわち相手によって変えなきゃいけないことです。過去の経験を使っても相手の理解度に応じて変えることができるし、それから相手の状態を見極めて、この人は子供だと思ったら子供らしく対応しなきゃいけない。

そういう二つの要求があるわけですが、これを実現するためのモデルを簡単に絵で表しますと、この図のようになります。人間は機械に対して命令を入力しているのですが、まあ今の場合ちょっと模擬的に、ダイアログですから発話と表しますと、先ほどの安西先生のお話にありましたように、なにか発話をしているわけですね。そうすると必ず意図がある。それが自分のゴールという部分になっているわけです。

そうしますと、自分がやってくれといったものに対して出てきた答に対するその人の考えとか、解釈があるわけですね。これが中央部分です。あるいは自分が解釈するための知識ももっているわけです。

一方計算機のほうはどういうふうになっているかといいますと、これは機械だと思っていただいてもいいし、あるいは対話の相手だと思っていただいてもいいんですが、全く理想的には、一応対称に考えます。こういうかたちでモデル化すると、わりあい先ほどいいました双方主導対話と、それからハイリインディビデュアライズといいますが、高度に個別化した対話というのがうまく実現できるのではないかと考えます。

まず機械のほうは知識をもっている。これは宣言型の知識だと思ってください。そうしますと、ある問題を提供されたら、そういう知識を使って機械が自分で問題を解決することができるわけですね。そういう問題解決の過程や解釈の結果を中央部分にもっている。それで相手の発話を聞いて、相手はなにを望んでいてどういうふうにかえるかという相手のモデルを自分の中につくるわけです。

で、この相手のモデルというのは、相手に初めて会ったときにはなにもないわけです。どんどん対話するにしたがって、相手のモデルが大きくなる。じゃあいったいどうやってモデルをつくるかといいますと、相手のモデルというのは自分の知識がないとできないんでして、自分の知識で解釈した相手のモデルということです。だから相手そのものではないわけですね。自分の知識を通じて解釈した相手のモデルです。

CAI の場合では、たとえば間違った答をしますと、そういう誤答を生成するためにはどういう知識をもっていたかという誤りの原因を同定することによって、相手のモデルをつくっていくわけです。ですから相手のモデルというのは、自分の知識とはいささか違うけれども、とにかく宣言型の知識が入っている。そういうかたちになっております。そして相手のモデルを用いて同じ問題を解いた結果、相手の答、相手のふるまいと同じ結果にならないといけないわけですね。そうならば、一応これは相手のモデルになっているんじゃないかと考えます。そういう対話を何度も何度も繰り返しながら、自分の中に相手のモデルをつくっていくわけです。

どんどん経験が積み重なってきますと、そのときの話題に対してモデルがふえていくわけですね。たとえばプログラムのつくり方というのを教えたら、プログラムのつくり方に対してどんどんと相手のモデルがふえていくわけです。そうすると、ここは非常によく間違えるとか、これは完全に理解しているとか、そういう情報が相手のモデルから得られるようになるわけですね。

したがって、今度相手に問題を出すときには、この部分はよく理解しているから詳しい説明はやめよう。けどここはいつも間違うからちょっとヒントを与えてやろうとか、そういうふうな出し方をすると、このユーザモデルが生きてくるんじゃないかと考えるわけです。

このユーザモデルの生成なんですけど、次の図は

CAI の言葉で書いてありますので恐縮ですけど、この大きいほうのマルが計算機の中の知識だといいます。小さいほうのマルが人間の知識だといいます。もちろん人間の知識がこんなに狭いはずはなくて、計算機の知識よりもはるかに広いんですけども、ある対象に限定して計算機が先ほどのように計算機の中に生成したユーザモデルの知識だというふうに考えられるわけです。そうしますと、対話の範囲で帰納的に推論したモデルですから、当然計算機よりも小さいわけです。計算機の知識は三つの部分に分かれます。この斜線部分というのは、まだ対話の中に入ってない未学習部分ですから、斜線部分は相手がどういう知識をもっているかは分かっていません。中間部分は相手自分と全く同じ知識をもっている、同じ意見をもっていると判断した部分です。中央部分はユーザと計算機との間で違った知識をもっていると判断した部分です。この中央部分の A と A'、つまり機械の中の知識と、それから人間の知識の違っている部分を同定して、もしその A' のほうがこちら側の機械にとって機械の知識と矛盾しなくて、しかも機械が知らなかったものだったら、それは機械の側の学習になるわけですね。

そうじゃなくて CAI のように機械のほうはすべての知識をもっていて、学習する人間のほうが知識が足りない、あるいは間違っていたというときには、相手の答えはシステム自身の知識と矛盾するわけですから、今度はこちらの、システムのほうの知識を人間のほうの知識に移せるようなかたちで教育してやる。つまり誤りの原因を使うような問題を出して、それからできるだけその部分のヒントを与えて教育してやる、そういうことをやるわけですね。ですからこの A と A' の違いをいかにうまく同定して、学習者モデルをつくるかというのが、非常に重要な課題になるわけです。同定にはいろんな方法が提案されていますが、ここでは省略させていただきます。

人間と機械は一応対称的に考えたわけですが、人間のモデル化した絵には、真中の教授知識と書いた部分がありませんでした。実はこれは計算機の中に構成されている実際のシステムでして、この真中の教授知識というのは普通のメタ知識だと思ってくださって結構です。メタ知識というのは、その周りに書いてある普通の知識、すなわち教材知識と、ユーザモデルとの違いをちゃんと認識して学習者の誤りを同定して、どちらかをアシミレイトする、そういうメタ知識です。

メタ知識を含めて、こういうかたちでつくっておき

ますと、先ほどいいました双方主導対話という形が実現します。たとえば普通の質問「AはBですか」とか、「Aは何ですか」とか、そういうかたちの質問ももちろん同じことなものですけども、特になぜで始まる質問について今お話ししますと、なぜで始まる質問は3種類あります。一つは相手の意図を尋ねるなぜです。「なぜこういう問題を出すのか」とか、「なぜこういう部分を勉強しているのか」とかという相手の意図を尋ねる質問ですね。それから二つめは、「どうしてAの値が15になったのか」というように、推論過程や推論結果を尋ねるなぜです。三つめは規則の成立理由や適用理由を尋ねる、「どうしてこういう規則が成り立つか」というようななぜと、3種類あるわけです。

この3種類のなぜには、それぞれ肯定的ななぜと否定的ななぜとがあるわけです。たとえば $x$ の正しい値が15のときに「どうして $x$ は15なの」というのと、「どうして $x$ は20なの」とか「どうして $x$ は15ではないの」という2種類あるわけです。この肯定的な質問と否定的な質問というのは、やっぱりモデルをつくるときには本質的に違った推論方法がいるわけです。すなわち否定的な質問に対しては、学習者モデルをつくるのと同じような推論過程、すなわち15を正しいと考えなかった理由を同定する必要があるわけですが、そういうものを、この先ほどの絵に対応させますと、相手の意図を尋ねるといのがこのゴールに対する質問です。

それからこの推論過程、推論結果を尋ねるといのが真中の解決木に対する質問ですね。解決木というのは、教材知識を用いてゴールを解決したときのプロセスを覚えさせてある木です。ですからこの木に対する質問になるわけです。それから3番目が教材知識に対する質問です。このように絵の中では縦に三つに分かれますが、次に肯定的な質問と否定的な質問というのは横方向に二つに分かれます。肯定的な質問というのはこの下の部分だけで解決できる質問です。一方否定的な質問というのは、下の部分だけではなくて上の部分を含む推論をしないと答ができなくなる、つまり相手の思考過程を推定する必要があるわけです。こういうかたちでユーザとシステムが何度も対話をする事によってユーザのモデルをつくるわけです。できたユーザのモデルというのは、あとでいろいろ統計処理することによっていろんな結果が出てきて、それをさらにシステムにフィードバックすることができるというふうに考えております。

#### 14. 以上まとめると……

司会 どうもありがとうございました。これで一通りパネリストの立場表明が終ったわけです。

ごく簡単にどんなお話があったか思い出せるだけ思い出してみますと、安西さんはオバQみたいな計算機とボーヤの絵で問題の所在と位置付けを話してくださいましたあとで、今の技術でも結構やれるよということを大変楽しいビデオで、示してくださいました。

中山さんは、これまでいろいろやってこられたことを、かなり総合的に話してくださいましたが特に私の耳につきましたのは、意欲みたいなものまで考えた統合機構というものを頭の中に考えないといけないんじゃないか、それを想定しないとイケないんじゃないかというようなこと、あるいは作業時間がこれだけだという話ばかりしてはだめで、たとえば楽しさというようなことを考えなきゃいけないとか、それからエラーが問題であるとかそういう種類のいろいろお話ししてくださいましたと思います。

また加藤さんは、こういうことがメンタルモデルでできればいいなあとか、方法論的な問題とか、そういうことを話してくださいましたと思います。たとえば初期メンタルモデルというものがどういうものであるか、それからそれがどういうふうに変まっていくかということを中心に確かみたいというようなこと、あるいは実験心理学の古典的なアプローチが、われわれのヒューマンインタフェースの問題にとって生産的かどうか必ずしもよく分からないんで、その検討が必要である、だから予測能力のあるモデルが欲しいというようなことをおっしゃったと思います。

それから大槻さんは、CAIのほうで1970年頃からスチューデントモデルという概念が非常に発達していることについてご紹介いただきました。双方主導対話(mixed-initiative learning)と高度に個別化された応答というものが必要であり、それには、計算機のほうがユーザはどう思っているかと思っているかを計算機のほうに入れておかないと、うまくいかない。その仕掛けを話してくださいまして、ここのところは今の普通の、それこそそこの銀行のオンラインであるとか、日本語ワープロであるとかでは及びもつかないような話なんですけれども、いずれ近い将来取り入れていかなければならない先進的な話題ではあったんじゃないかと思います。

私の勝手なまとめが正しいかどうかは全く分からない

いのですが、ご訂正がありましたらつけ加えていただきたいと思います。ではお待ちかねのフロアのご発言をと思います。できましたら最初に所属とお名前を簡単に言っていただけるとありがたいと思います。

### 15. ワープロをめぐる

江副(東海大) たえばワープロなどでは今のところ研究の目標が変換の効率を上げることに注がれているようですけれども、誤った変換が行われたときに、再変換すれば正しいものがすぐ出てくるとか、2回目でもまだ違っていたときに、じゃあ日本語で分からなければ英語でだったらやってくれるとかか、それでも分からなければ、たとえばウカムリだとかニンペンだとか入れてやれば変換してくれるとか、なんかその辺のところが一番不足しているような気がします。

特に難しい漢字を指定すると、いくらやっても出てこないで、あげくの果てには漢字の辞書を引いて、それで16進で入れるということがあります。変換率を上げるようなことをいろいろとやっても、その辺のギャップがどうも埋まらないような気がしているわけです。

それからたとえばエラーなんかに関しても、間違っただけでリターン押してしまったようなときには、ユーザは、元に戻りたいというのが一番多いわけですが、それで何をしたいかしよう舌に聞かれる。別にそんなのはありがたないわけですが。

それから特に表言語みたいなやつでも、よくできたやつは次の表に移ったときに前の表に戻れるんですけども、その辺がどうやっても戻れないというふうなものがあります。そういうふうな点のキメの細かさとか、その辺のところをなんかこう工夫していくことが必要だと思います。

たとえばエラーやなんかのところも大事です。なんかその辺のところに重要なポイントがあるんじゃないかという気がしますけれどもいかがですか。どなたでも結構ですが。

司会 ご意見でございますか。

江副 はい、そうです。

司会 非常に具体的なお話ですが、まあユーザインタフェースの話が、だれでも口角泡を飛ばす時代になった一つの大きな理由は、やっぱり日本語ワープロの普及だと思います。今おっしゃった中には、私自身もそうならいれればいいのと思うんだけどそうならないという種類の話がいくつかあったと思います。

それはそれで置いといて、モデルというほうからいいますと、これはどういうことになるんでしょうか。どなたかコメントしたいという方いらっしゃいますか。それじゃ加藤さんお願いします。

加藤 先ほど例題をお見せしたときに言い忘れたこともありますので、ちょっとその点に関連して。

先ほどお見せした例で、被験者が改行キーを間違ったところで押してしまったということなのですが、つくったほうの人は多分システムの中のことが分かっていますので、ああいう間違いはほしくないだろうと思ってあのような設計をしてしまったかもしれません。ところが中のことが分からない初心者は、もう入力が終わったのだから次を入力するというので、多分そのまま改行したのだらうと思われまふ。つまりユーザモデルと設計者モデルの間に非常に隔りがあるという気がするのです。

それで、たとえばあの現象に対しては、右寄せを行ったときには、カーソルも同時に右寄せを行ったものの一番右端ですね、もともとある「相対的」な位置を保持して移動させるべきだと、自動的に、そういうような話が出てくるかと思ひます。

つくる人はいろいろ分かっているのですが、当然しないかと思ひていることでも、中のことを知らない人は自然としてしまう。そういうことで、例としてあげた問題自体は単純なものです、やはりユーザモデルを的確に把握していくという方向が非常に重要だと感じています。

司会 ありがとうございます。先ほどの、右寄せをしたときにカーソルが元のところへ戻っていたので、そこで改行すると次の行へ回ってしまったという話なんですけれども、それでは困るということは、自分で使ってみれば設計者でもすぐ分かるはずなんです。で、それはモデルとかなんとかいう以前の問題で、本当にここでいうのもおかしい話かもしれないんですけども、設計者が自分で使ってみないというのは非常に悪いことで、今後は許されないんじゃないかと思ひています。これは私の感想です。どうぞ。

中山 今の話題に関連して、先ほど日本文入力の仮名漢字変換のプロセスのモデルを説明したときに、誤変換訂正プロセスを、ほとんど説明せず通り過ぎてしまったのですが、ご指摘のように実はこれが非常に大きな問題です。ことに単文節レベルでやっている場合にはそれほど問題にはならないのですが、複数文節とかベタ書きとか、だんだんと変換単位が長くなると、大

体間違っただのか間違っていないのか、あるいは自分の思ったとおりの結果が得られたのかどうか、認知すること自体が非常に難しくなります。

で、技術的には確かに複数文節変換とかベタ書きとかが難しく、皆さんチャレンジなさっているわけですが、ユーザの立場からすると、エラー訂正のプロセスを十分考えておられないようなケースが多いので、これはある程度モデル化することもできるわけですし、今後ご関係の方は一つお考えいただきたいと思っています。

**司会** ありがとうございます。さっきエラーの話が大事だという話が、加藤さんからあったと思いますし、今のご発言の中にもありましたけれども、なんだか分からなくて、ああやってこうやって、あっちこっちたたいてるうちにほんとに分からなくなって、そのうちにしょうがないからスイッチ切ったとかいうのは一番いけないんで、その辺はそれこそエラーに関するユーザモデルの研究をしていかなきゃいけないということの、一つの証明かもしれません。

**中島(電総研)** ワープロの話になると、言いたいことが山ほどあってきりがないので、言わないことにしようと思うんですが、でも一つだけ言いたいことがあって……。今作られているワープロは、出来上がった文章を入力することを想定してできているように思うんですけども、あれは私の考えるかぎり紙の代わりに使うものであって、考えながら打つんだということを認識してつくってほしい。だからインタフェースとかモデルとかいう以前の問題として、使い方に関する想定が間違っているんじゃないかと一つ思っています。これはコメントですけれども。

## 16. メンタルモデルの定義

**中島** それで実際にちょっと問題提起したいことは、メンタルモデルという言葉なんですけれども、まあ私自身の理解が間違っているといわれればそれまでなんですけれども、もっと広い意味で、一般的に人間が心の中に対象に対してつくるモデルっていうかな、そういうふうなかたちで私今まで捉えてたわけなんですけれども。

そうすると、たとえば安西さんの言葉の中にも出てきましたけれども、右側にあるのかなんとかいうときに、論理式で右とはなにかとかいうのを定義するんじゃないくて、なんか空間的な座標系みたいなものをもって、それで右だよとかいうふうなことを頭の中に

描いてるというようなのが、たとえばメンタルモデルの定義だと思っていただけです。

それで、今回の話はその特殊の例ですね。自分の使うものに対するモデルっていうことだと思うんですけども、その辺の定義がいつの間にか勝手に狭い定義になっちゃっているように思うんです。その辺のことをちょっとお伺いしたいと思います。

**司会** ありがとうございます。ワープロと紙っていう話は、コメントということでよろしいですか。私も同感ですけれども、それで実は私の方はメンタルモデルとはなんぞやという質問が出るのではなかろうかと思って戦々恐々としていたのですが、お名前が出ましたから安西さんからいかがですか。

**安西** 最初はさっきお見せしたオーバヘッドの紙のこのところに「メンタルモデルのモデル化は可能か」と、こう書いてあったんです。で、私は今中島さんいわれたことにまったく賛成であります。

実はメンタルモデルという名前がポピュラではなかった頃に、インターナルモデルという言葉で題名に使う物理の問題解決の認知モデルみたいなものに関するペーパーを書いたこともありますし、いわゆるメンタルモデルと呼ばれているような問題についていろいろやっていたことがあります。けれども、やはりインタフェースというものが人間のいろいろな機能、特に多くの認知機能を統合化したプロセスに密接に関係してくるんだとすると、そのモデルというのを果たして実際に作る事ができるんだろうかと、それがちょっと疑問になるわけです。かといって、これまでの多くの場合のように、メンタルモデルという言葉だけでなんとなく分かったような気になっているのでは、工学技術の面からいうと応用がきかなくなってしまふ。

先ほどビデオをお見せしましたのには、実は一つ理由がありまして、まずモデルをつかって、それからその上にシステムをつかっていくというやり方が可能なのかどうかということを問題として提起したかったために、メタレベルでビデオをまず見せるというそういうことを、ある意味では意識してやってみたわけです。ビデオでお見せしたシステムを作るにあたっては、もちろん漠然としたモデルはありましたが、別にモデルを細かく考えてからシステムを作ったわけではない。たとえば右とか左とかいう空間内での相対的方向についても、認知的な実験がずいぶんやられていますが、メンタルモデルとして具体化しているものは少ないでしょう。

で、繰り返しになりますけれども、たとえば大槻先生のユーザモデルなんか非常にいいお話だと思うのですが、一般論としてメンタルモデルみたいなものを考えて、その上にインタフェースを一般的な議論としてやっていくことが本当に可能だろうかということは、私は人工知能と、それから認知のほうと両方やってきましたけれども、その経験から申しまして、一つの問題として提起したいなあというふうに思っているわけでありませぬ。

全然答にはなっていませんが、中島さんと同じように思ったということだと思います。

司会 ほかにパネリストの方で、ございますか。

中山 メンタルモデルというのは、非常に大上段にふりかぶった言葉で、本当に実体があるのかわからないのかわかりませぬ。私も実際にメーカーでもってものをつくるという仕事に携っておりますと、人間の知的活動森羅万象に関するメンタルモデルなどというものは全然考えられないわけで、システムのタスク、それからユーザがそれを使ってなにかをしようかとするタスクが明確な場合に、はじめて設定できるものであると思います。メンタルモデルも非常にいろいろな解釈があって、ユーザの頭の中のモデルだという見方もあれば、ユーザが、向い合っているシステムがどういふものであるかを理解するモデルであるとか、いろいろな見方がありますが、ある限定されたタスクを設定しますと、ユーザがどういふふるまいをするかという予測が可能であると考えております。

それはメンタルモデルじゃなくて、わざわざユーザモデルと私は称しているわけですが、実際に役に立つような世界は現在のところはそういうレベルじゃないかと思ひます。大槻先生や安西先生がやっておられるような、もう少し広い世界の問題は、今後非常に、実際に必要になってくると思うのですが、私はそれは今後の課題であると理解しています。

司会 どうもありがとうございました。今中山さんがおっしゃったとおりのことを、実は先ほど江副さんがいわれたコメントを伺っていて感じたんですね。

つまりワープロのワサワサした大変な血みどろな話があるわけですが、その辺をちゃんとモデルにして切り分けられて、本当に物ごとがスムーズに進む世界というのは天国みたいなもので、いつかあるかもしれませんが、当面はもうごく局部で一つ一つおぼえていかないとしょうがないというところで、私たちはもがいているわけです。ただしその局部の中

でも、ところどころモデルという考え方できちっといける部分はたしかにあって、だからそこのところそのうちだんだん広がってくることもあるかもしれないし、広がっていかなくてもきちっといく部分がきちっといくことはうれしいことだと、そんなふうには私は感想をもったわけです。

大槻 先ほどのメンタルモデルなんですけれども、やっぱり私もメンタルモデルというテーマに対して、ユーザモデルという非常に限定された、しかもメンタルモデルから少しずれているお話をさせていただいたんですけれども、メンタルモデルというのは、確かに先ほどのコメントにありましたように、私も人間の頭の中に構成された一般的な広い範囲をおおうモデルであるというふうに考えております。ただしそれをそのままシステムの中にモデル化するというのは、今のレベルでは非常に難しい。ただその中のいくつか、たとえば時間に対するものはこういうふうに考えましょとか、空間に対するのはこういうふうにモデル化するというですよということとはできるかも分からない。

たとえそれができるとしても、ある限られた領域の中で試してみる以外にはないのではないかというふうに考えております。ですから、結局そういう意味では、先ほどのお説と全く同じで、領域を限ったところで非常にうまくいった、いくつかの方法論が、さらにもう一つメタのレベルでモデルとして使うことができるというふうなかたちで発展していくのではないかと思います。全く空をつかむように、時間はこうだというふうに出たとしても、それは実証する必要があるから、ある領域で実証してみる。うまくいったとしても、必ずそのうち適用限界が出てきて、もうちょっとうまく働くためにはこういうふうにやらなければいけない、というふうに発展していくに決まっていますから、そういう意味では必ずある領域の中で実験して正しさを立証していく、あるいは適応限界を明確にしていくということが必要なんじゃないかと思っています。

加藤 メンタルモデルという話で、私も非常に「メンタル」と「モデル」と両方、これは問題だなという気がするのです。メンタルといってもなにかよく分からないし、またモデルというと、モデルというものに対するいろいろな人のメンタルモデルがあると思うのです。

で、私の場合はデザインの決定のツールとして一つは考えています。たとえば二つ三つ選択があって、どれがいいかというそういうのを決定する段階で、先ほ



ど申しあげましたけれども、予測能力みたいなものが欲しい。そういったことでもかなり限定したかたちで、それがモデルと呼べるかどうかというのは、また別の議論になってしまうと思うのですが、そういった意味で、たとえば定量的なモデルというよりは定性的なモデルを考えてみたい。つまり、これこれしかじかの条件のもとでは、ユーザはこういうふうな行動をとるであろうみたいな、一つの原理に近いかもしれませんが、それを具体的な状況——まあ変数に値を入れるというような——について考えたときに、たぶんこういうことをしてしまうからAならAのデザイン選択を選ぶべきかどうかとか、そういうようなものが欲しいという気がするわけです。

で、こういう方向で今行われているキエラスとポルソンという人の研究であるのですが、彼らが行っているのは一つにはタスクの分析です。先ほど中島さんのほうからユーザのタスクを全然知らないじゃないかという話がありましたけれども、そこが非常に重要な点でして、まずタスク分析を行い、プロダクションを書いていく。で、プロダクションの数の多さ少なさ、それからまた、たとえば前のシステムとのプロダクションのオーバーラップとか、そういうふうなことからどちらがより使いいいかみたいなことを見ていこうという一つのアプローチがあるわけです。それが生産的であるかどうかというのは、今後の大きな課題だと思うのですが、今申しあげましたように、デザイン選択があったときの決定をはかるための支援として、ユーザモデルみたいなもので、ユーザを捉えていきたいという気はしております。

司会 ありがとうございます。プロダクションというのは、ここにおいでの方全員に通じるかしら。

システムなんか記述するときに、こういう条件のもとではこういうことが起こるということをワットと書き並べて、それで記述しようという話ですね。その記述をちゃんとやるのに、たくさん書かないとだめか少しで済むかというような話をしていらしたんだと思います。

それで一段落したようですから、次のコメントをいただきたいと思います。どうぞ。

## 17. まとめて教えるか適当な間隔を置か

曾根(日本真空?技術(株)) 先ほどからモデリングが難しい難しいという話をされてるんで、こういう質問またやったら怒られるんじゃないかなと思うんです

けれども、ちょっとメンタルモデルとは違った領域になるかなというふうに思いますんで、質問させていただきたいと思うんですけども、一番最初パネラの方々の OHP シートを見てますと、短期記憶と長期記憶という言葉がよく出てきたんですね。で、われわれシステムをユーザさんに納めるとき、教育という意味でもそうでしょうし、あるいはシステムを使っていくうちに重要なものは、ユーザさんの頭の中に長期記憶として残してもらったほうが、非常にシステムが使いやすいくなるというのがあると思うんです。

それで分からないので教えてほしいんですけども、いわゆる短期記憶を長期記憶にもっていくためのメカニズムですね。たとえばどういう点で悩んでるかといいますと、ワットと一所懸命いわゆる教育なら教育をやっちゃって、システムを早く効率よく使うようにさせたらいいのか、あるいは適当な期間を置いてやったほうが短期記憶を長期記憶にもっていけるのかとか、その辺ですごく悩むところがあるんですね。

で、一般的なモデル化というのは、先ほどから話がありますように、パラメータがいっぱいありますし、それから周囲の条件というのかなり違いますから難しいとは思いますが、定性的な意味でも短期記憶を長期記憶にもっていききたいような場合ですね。こういった手法というのが一般的に現在あるのか、もしあればということで教えていただきたいと思うんですけども。

司会 記憶法の話になりましたが、どなたにお答えいただけますでしょうか。やっぱり役目ですから安西さんお願いしましょうか。

安西 きわめて工学的な言い方による質問だという感じがいたします。つまり、短期記憶というものと長期記憶というものがあって、短期記憶から情報をいかに長期記憶に転送するか、その手続きについて述べよと、こういうことですね。この問題についてはいろいろな考え方があるかと思いますが、私のみるところで、たぶん間違っていないと思いますが、申しあげますと、認知心理学においては長期記憶と短期記憶、これはそういう機能が人間にあることはだれもが承知していると思いますけれども、今おっしゃったような技術的な言い方というのは、たぶんあんまり魅力的でなくなっているかというふうに思われます。

つまり短期記憶と長期記憶という機能をきちんと分けていくというやり方は、少なくとも心理学においてはあんまりはやらなくなっている。神経生理学で

はむしろ今短期記憶が非常に大きな問題になっておりますけれども、心理学においては少なくともあんまりはやらなくなってきているんじゃないかなと私個人的には思います。

それはなぜかと申しますと、まず情報が短期記憶に入ってそれが長期記憶に転送されていくんだというよりは、それより前にどういう情報をわれわれは得たいと思うか、先ほどのお話にもあったと思います、楽しいと思うかとか、どういう意図をもっているときにどういう情報が入ってくるか、特にどういうふうに自分にとっての意味を付けるかが問題になるからです。

ここから先はあまりに漠然とした言い方だと思われるかもしれませんが、自分にとっての意味付けというものが深くできるものは非常に記憶に残る。これはあたりまえのことですが、皆さんそういわれてみればそうだというふうに思われると思うんです。

だからなにかものを売りたいときは、やはり相手ですね、買手にとって意味のあるようにものを売ればいいわけなんです。まあ買手にとってよくないものをどうやって売りつけるか、そのアルゴリズムについて述べよといわれると、これは私の範囲外であります、話題を元へ戻しますと、短期記憶から長期記憶への情報の転送の仕方については一応二ついわれておりました、まず第1がメンテナンスリハーサル。メンテナンスリハーサルというのは、短期記憶にある情報を、繰り返し繰り返し活性化しているような、そういうようなリハーサルですね、それをメンテナンスリハーサルといいます。で、これはやっても長期記憶には転送されない場合があるということが、実験によって分かっております。

それからもう一つがエラボレイティブリハーサル、日本語では精緻化リハーサルといいます。これは、短期記憶にある情報の意味をとるように情報をエラボレイトするということですが、そう情報処理をすれば長期記憶に転送される場合が大きい、それも分かっているわけです。

以上のようなことは、加藤さんのほうがよくご存知だと思います。加藤さんは記憶の専門家ですから、私の方は、大体そういうことが分かっているということにとどめておきます。

加藤 すべていっていただいたのでなんですが、先ほどご質問の中で学習を間を置いてするか集中的にするかどっちがいいかというお話がありましたので、その点だけということで。

いわゆる集中学習と分散学習ということですが、これはいろいろな条件を変えても分散学習のほうが効果があります。同じ材料を集中的に10分かけて学習するよりは、たとえば5分ずつ2回に分けて、その間に10分なり15分なり、おいたほうが、長期記憶に残りやすいということです。これは意味的な処理を行ったりとかそういうことを超えて、かなり強力に働く因子であるというふうに分かっています。

司会 ありがとうございます。そんなことでよろしいでしょうか。次へまいります。どうぞ。

## 18. システムづくりのインタフェース

内藤(富士電機) 工学的な質問のあとで文学的な質問をさせていただきたいと思うんですけれども、要するにメンタルモデルってなんだろうとか、ヒューマンインタフェース考えるときに、要するにせんじつめていえば、人間らしくコンピュータが働いて欲しいということにつきると思うんですね。

たとえば安西先生のご研究も非常に人間らしくいろいろ教えてくださった。先ほどみじくも木村先生も礼節を知るとおっしゃいました。今までのコンピュータは無礼であったわけです、非常に、で、安西先生のコンピュータは顔まで出しているいろいろ教えてくださるわけですね。ということで非常にありがたいわけなんです。一つ問題だなと思うのは、その舞台裏で一所懸命たとえば安西先生の研究室で、プロログとかCとかでゴリゴリプログラム書いて、そういうことを実現されているわけですね。で、本当のヒューマンモデルを考える場合に、難しいかもしれませんが、少なくともシステムをつくるインタフェースと、その結果できるシステムのインタフェースが同じもので実現できたなら非常にいいと思うのです。そんなようなことが本当のモデルらしいモデルじゃないかなと思います。さっきの中島さんのことと蒸し返しになっちゃうかもしれませんが、そんなこと感じるんですけど、いかがなものでしょう。

司会 ありがとうございます。これはやっぱり…

安西 一言では答えられないんですが、まずインタフェースについて、システム側が人間的であるべきだというのは、ちょっと誤解です。人間的であってはいけな場合も多いわけで、今日お見せしたビデオはちょっと特殊なビデオでありますので、その辺誤解していただくとちょっと困る。人間が間違えてしまいがち

なところを間違えずに推論しなくてはいけないシステムのように、人間的であってはいけない場合というのはずいぶんあると思われます。

それから第二に、今おっしゃったようなユーザフレンドリなインタフェースを使って、それでシステムをつくれるようになると非常にいいということについては、確かにそう思います。で、われわれも将来的にはそういうところを考えているわけです。

ただこれは、ソフトウェアっていうかシステム技術としてまだまだこれからの課題です。研究すべき要素技術がたくさんあって、今それが蓄積されつつある段階なんではないかというふうに思います。

**司会** おもしろいポイントだと思うんですが、どなたかございますか。どうぞ。

**大槻** 非常に便利なシステムは、つくるのがものすごく大変だというのは一般的な話ですが、CAIの世界でも全く同じでして、非常におもしろいきれいなCAIというのは、つくるのにものすごく時間がかかるというのが普通ですが、それに対していろんな研究があります。オーサリングシステムに対する研究、オーサリングというのは著述系ですね、そのプログラムをつくるという研究もずいぶん進んでおまして、先ほど私が申しあげましたような知的CAIシステムに対するオーサリングシステムというの、かなりいろいろと検討されております。

つまり、どの部分が共有できてどの部分が共有できないかということですね。共有できる部分というのはどんなに複雑でも、一所懸命つくっておけば、まあコンパイラと同じですね。コンパイラっていうのは非常に複雑な、昔は複雑で今は簡単に書けるんですけども、まあ比較的複雑なプログラムだけれども、非常にいいコンパイラつあればみんなが非常に助かるわけです。そういう意味でオーサリングシステムといえますか、そういう非常にヒューマンフレンドリなシステムも、共有できるようなものはどの部分であるとか、システムごとにつくらなければいけない部分については、ヒューマンフレンドリなオーサリングシステムをどうつくったらいいか、というような研究が進んでいると思います。

**司会** ありがとうございます。よろしいでしょうか。それでは次の話題にまいりましょう。

## 19. 初期モデルは自分でいいか

**沼田?**(田辺製薬) 私どものほうの会社といます

か研究所で仕事なんかしておりますと、ユーザというものが普通一般の方というのではなくて、特定の分野の研究者ということが多くあります。そういう場合ですと、なんというんですかユーザの特性には妙な要素があります。

たとえば私どもが今仕事しているものと、化学式というのを皆さん高校の化学かなんかでやられたと思いますけれども、そういうユーザはあれをパターンとしてパッと見て把握してしまうのです。私も化学はだいたい専門でやったんですけども、私などが解析的に少しずつ見ていて全体が分かるようなものを、彼らは全体を見てパッと把握してしまいます。ですから、そういうものをヒューマンインタフェースに含めてやらなければ、彼らにとっていいシステムができないんじゃないかと、そういうことをつくって思うわけです。

ヒューマンインタフェースの話をお聞きして読んでお聞きしたりしますと、たいがいは普通の人相手のシステムが多いわけですし、それでそういう場合ですと、初期モデルとして自分をモデルとしてつくっていても十分つくれるわけですね。

ところがそういうメンタリティが自分と違うような状況の把握をする連中相手のシステムというのは、自分を第1モデルにしてつくっていったんじゃうまくない。彼らの特性をまず引き出してからつくらなきゃいけない、というようなところがあるんです。そういう相手のヒューマンというものが限定された状態に対するモデルというのが、今まで普通におっしゃっている、皆さん方が今話されたようなモデルのままの適用としてうまくいくものなのか、それともなんかちょっと工夫とか新たな戦略があったほうがいいのかってようなこと、ご意見など伺えたらありがたいんですけれども。

**司会** ありがとうございます。いろんな解釈ができると思いますが、今おっしゃった中には、他人のモデルをどうやって引き出すかという話があったかと思えます。それでこれはどなたに、加藤さんでしょうか、やっぱり。お願いいたします。

**加藤** 先ほどノビスユーザといってもいろいろあるというお話をしましたけれども、一つのシステムについてノビスということを考えてときに、今お話の、ある領域の専門家であるという層があるわけですね。で、ユーザモデルを考える場合には、当然あるシステムならシステムのターゲットとするユーザ層があるわ

けなのですが、その初期モデルというか、既有的の宣言的知識と手続的知識を含めて関連するところのものをできるだけ記述したいというのがあるのではないかとと思うわけです。

で、ご指摘のように、確かにノビスといっても、いわゆる一般ユーザだけを対象にするのは、システムによっては間違いだと思います。ただアプローチとしては、やはり同じだと思うのです。といいますのは、一般ユーザといっても、自分をモデルとして使うわけにはいなくて、たとえばこれからシステムデザインしようとしている人は、一般の本当の初心者からいえば全然別人なわけです。したがって自分をモデルにしまったのではかなりくい違いが生じてしまいます。これまでシステムが使いにくかったのは、たぶんそういうアプローチをとってきたせいではないかと私は思います。

先ほどの改行の失敗の例もありますけれども、つくっている本人は分かりきっちゃって全然問題ない。しかしつくってみればいろいろな問題がある。そういうことが分かって、もう少しタスク分析みたいなことから考えてみると、たとえ熟練者であってもうっかりと間違ってしまう可能性が大いにあり、そうすると後の訂正が大変だとか、その辺のことも分かってくるわけです。しかし問題は、そういったことが事前に予測できないのかということ、そういった意味で、やはり自分を離れてシステムの対象ユーザの初期モデルにアプローチしていかなくてはいけないのではないかと思います。

それともう一つは、タスクの分析です。ユーザの既有的知識構造プラスそのタスクの環境というものを分析しなくてはいけないと思います。これをはずしてしまえば、やはりかなりくい違ったものが出てきてしまう可能性があると思います。

司会 ありがとうございます。それじゃ次の話題にいきましょうか。今のご質問の方よろしくごさいますか。なんかひどくスムーズに進んでしまいました。どうぞ。なかなか八百長のけんかにならないんですけれども。

## 20. 双方主導対話の実現方法

岩崎(日立中研) 大槻先生の双方主導対話っていうのを非常に興味をもって聞かせていただいたんですけども、あの中に、実現手法についてちょっと宣言的知識を入れて計算機の中にユーザのモデルをつくる、

それも対話の中からインタラクションの中からそれを引き出してくるというお話がありました。

実際に人間が学生とかに教えてるときを考えてみて思うんですけど、加藤さんの話にもありましたけど、チューターをしているときにあるエラーが起こって、それを解決する手法を教える途中でまた別のエラーが起こって、それがネストしてどこまでもいっちゃって、この人は一体もっと基本的なところから分かっていないんじゃないかとか、それからこれはちょっとこの人ここ理解できてないけれども、これを教えるのはちょっと大変だから、ここは目をつぶって置いて、とりあえずもっと簡単なこのところだけ教えようとかいう、人間ならそういうことを考えると思うんですね。

ああいうふういろいろな宣言的知識を入れていくということをやった場合に、そういう人間がやるようなことの制御をするためのなにかアイデアとか、手法とかがあるんでしょうか。

大槻 現実には CAI の中でそれをやらなきゃいけないわけですから、いろんな案がございます。で、一番決定的に重要であろうと今認められておりますのは、やっぱりシーケンシングという手法でございまして、なんにも分かってない人に急にあることをパッといっぺんに教えようとしてもだめだと。必ずあることを教えるためには一番元になる原因になるもの、一番基礎になるところから順番に教えていって、それで目的に達するところまで教えなきゃいけない。つまり知識といえますか宣言的に記述した知識は、必ず基礎知識と、それからそれを使う知識というふうな階層的な半順序をつけることができます。したがって、その順番に従って教えていけば、学生モデルの中には、どの部分をどの程度理解しているのかが記憶できる。それをもとにして教育のプランニングを行うわけです。そういうシーケンシングが決定的に大切でして、そういうことをやって初めて帰納的に誤りの原因、なにが原因でつまづいているかを同定することができます。

シーケンシングの階層分割を小さくすればするほど早く誤り原因が同定できます。そのシーケンシング以前の階層に対する学生の理解状態は全部学生モデルに入っていますから、今おっしゃったような、あることをやってまた途中で間違えてということでも、たいていは対処できるということになっております。

それ以外にもいろいろな方法がございますけれども、ちょっと今時間がございませぬので。

司会 どうも待ってましたという答だったようで

ざいます。よろしいでしょうか。ではほかに。

## 21. 状態の表示をめぐる

高田(リンク) 安西先生は、人間に分からないようなメッセージということと、それから機械の中身を人間に分かると、この二つを最初におっしゃって、ビデオでは人間に分かるようなメッセージということでありましたけど、機械の中身を人間に分かると、どういう具体的な方法があるかお伺いしたい。

私、昔コンピュータやっております、コンピュータというのはランプがたくさんついておまして、プログラムを入れますと今どういう状態だというのが、すぐ分かるようになっておったんですが、このごろではもうソフトウェアというものが入っておりまして、先ほどからいろいろ議論がありますように、なんか押せども引けどもどうにもならない状態になることがしばしばあるんです。

それでベテラン呼んできて、こんなになったよ、と。なにをやったんですか、どういう順番でやったんですかとしつこく聞かれるんですが、そんなのこっちは忘れちゃってどっかへ迷い込んでいるという状態なんで、計算機の中身がどういう状態であるかということが分かるような具体的な手段があったら教えていただきたい。

安西 計算機の中身の状態というか、情報を人間に分かるように出すにはどうしたらいいかという、その手段についてのご質問だと思いますが、さっきの例を初めに申しあげますと、顔の表情のモデルを内部状態のなんと対応させているかと申しますと、あれは対話処理でございますので、対話の目的に関してユーザがもっていると考えられるゴールストラクチャをシステム側がユーザモデルとして保持しているわけです。ゴールストラクチャというのは、トップゴールがあって、あとずっとサブゴールが AND/OR 木状に構造化されているような、そういうモデルだと思っただければ結構ですが、どのサブゴールが今達成されて、それによってゴールスタックがポップアップされるかと、そこの情報のところを顔で出すという、そういうモデルに一応なっていて、ユーザにとってのトップゴールが達成されるような方向にそのプランが進めば顔が笑うと、こういうことになっています。

逆に、それが落ちればもっと、今日では出しませんがしたけれども、がっかりした顔をするような、そういう制御ができるようになっていまして、結局ユーザが

らみるとニコニコ笑ってくれば自分のゴールが局所的には達成されつつあるんだ、がっかりした顔をすればその逆なんだということが分かるようになっていっている。こういうインタフェースなんです。

ですから今申しあげた例でいうと、システムの内部状態、ランプがポツポツとどういふふうについているかということよりは、その上にかぶさった、いわゆる知識のレベルでのプロセスですね。そのプロセスの状態を表現するのに顔を利用しているということでありまして。

今申しあげましたように、内部状態を表示するといっても、どのレベルのなにを、だれに何のために表示するかによって、やっぱり表示の仕方というのは違ってきてしかるべきです。

もう少し一般的に申しますと、情報の表示の仕方というのは一番プリミティブなモデルでいえば、先ほどから出ていますように、人間と人間の対話というか、相手が人間であるときに相手がなにを考えているかということが、すぐにはっきりと一意的に分かるためには、われわれはどんな方法を使っているのか、また相手はどういう方法を使っているのかということが分かれば、一次近似としてはいいわけなんです。実は、人間はそのためにいろいろな方法を使っています。言語情報だけでなく、さっきビデオで出しましたような視覚情報も使っておりますし、聴覚的な情報も使っている。

そのほかにもいろいろあるかと思いますが、そういう方法、メディアの組み合わせでもって情報を提示しているわけでありまして。そういうことが今までは、ご指摘のようにあんまり考えられてこなかったというふうにも思われますね。

ただ個別にどういうものを出せばいいか、たとえば事故が起きると大変な事態になるような場所で、システムの内部状態が異常に陥ったときに、バツとそれが分かるようにするにはどうしたらいいかという、それはたとえばものすごい顔を出して、しかも感情が強く乗った声をワツと出せば言語情報よりずっと早く気がつく可能性が強いとか、そういうふうにやっぱりシステムごとの目的とか、使われる状況に依存したいろいろな技術が必要だというふうに思います。

この例でいえば、感情の乗った声を合成する技術みたいなものも、今研究しているところがあると思えますけれども、そういう個々の技術が積み重なっていくことが、やっぱり大事じゃないかというふうに思い

ます。

**司会** さっきやきもちをやいた顔をしましたね、あのビデオの道案内のお嬢さんが、あれは今のお話とどういうふうに関連しているんですか。

**安西** 先ほど画面に出てきたあの顔は、ちょっと別の理由によって入ってるんで、ここではあんまり関係がないんですが、インタフェースのモデルとしてはあまりいわれていませんが、自己モデルということなんです。自己モデルを用いた推論とその結果の視覚提示の例です。計算機が自己モデルをもつ必要があるのかどうかということは、それはまだよくわかりませんが、一つの例だと思っていただければ結構だと思います。

**司会** 内部状態の表示方式について、なにかおっしゃりたいことがございますか。お願いします。

**中山** ユーザの頭の中にシステムのモデルをつくっていくというのがメンタルモデルであるという考えもあるわけで、先ほども申し上げたように、ユーザの自発性とか能動性というものをもう少し考えてものごとをやらないといけなと思います。たとえば J-Star などを使ってよく感じるのですが、最初は非常に分からないんです。けれども 30 分ないし半日ぐらい格闘してますと、ああこれはどういうふうにも動くものだということが頭の中にイメージとしてできまして、それに基づいて初めてやることにも、拡張して推論ができるようなシステムになっているわけですね。ある意味で非常にコンシステントになっている。

で、なにかこっちがパッシブで、システムのほうがどう働いているか教えるっていうのではなくて、ほんとはユーザにもう少し能動性をもたせて、システムがどうなっているかということを理解するためのモデルをもたせるようなしくみが重要じゃないかと思えます。

**司会** ありがとうございます。大変スムーズにおもしろくお話が続いたんですが、もっともあと 1~2 分になりました。パネリストのほうで、最後に一言いきがけの一言を打っておきたいという方がいらっしまいましたら、お願いします。どうぞ。

## 22. やりすぎてはいけない

**加藤** まだ時間があると思っていたのですが、実は今までの話というのは計算機をもの分かりのよいものにしようということだったと思うのですが、私はこれはちょっと怒られるかもしれませんが、また今

まで話してきたことと矛盾するかもしれませんが、あまりもの分かりがよすぎてもよくないのではないかなという気がするのです。

といいますのは、たとえばこの間もテレビの放送でありましたけれども、コンピュータをいろいろと使いこなしている人というのは、自分のコントロール下におけるので、非常に楽しく仕事もスムーズにいくので、どんどんやっちゃう。ところが家へ帰ると自分の奥さんと対話ができない。そういう非常に深刻な問題がシリコンバレーで起きているという話を聞いたわけなんです。

それで、先ほど安西先生のほうからも、あまり人間的になってはいけないというお話があったと思うのですが、この辺もあまりシステムが使いよくなって、もの分かりがよくなって、それでなんでもかんでもうまくやってくれて、システムとのコミュニケーションはすべてうまくいく。ところが家へ帰るともの分かりの悪い人がまわりにいっぱいいて、自分は人間とはコミュニケーションができない、社会的不適応人間になっているというのでは非常に問題だと思うのです。

そういった意味で、ヒューマンインタフェースをもっと大きな枠でとらえて、ときにはもの分かりが悪い、やっぱりこいつは機械だという認識を与えるような、そういうことをあえて行ってもいいのではないかと思います。

**司会** ありがとうございます。ジャフロアのほうから最後に一言っておきたいということがございましたら、お願いいたします。どうぞ。

**沢田** (財団法人未来工学研究所) 中山先生のお話の中で、能動性のモデルということを非常に強調されておまして、私どものような素人でございますけれども、そこまでもうきているのかという印象をもったということをご正直な感想として申し上げたいと思います。

ただそうなりますと気になりますのは、能動のモデルを機械がもつということは、ことによると機械自身が能動性をもつということと紙一重のところがあるんじゃないだろうかという気がするわけです。言葉が適切であるかどうか分かりませんが、機械自身がなんらかの目標構造をもつと、こうなってきた場合に、人間側が機械を制御するということとなにか矛盾する要素が起こってくるのではないかと。不透明な部分、あるいは透明にしようとしてもいきつかないという状態を生じるということはないだろうかというよ

うなことに疑問をもちましたので、ちょっとその点なにかお考えがございましたらお願いできればと思います。

中山 どうも私の説明が足りませんで、ロボットのモデルになってしまうなどということを申しましたので機械のモデルと勘違いされたようです。あれは人間のモデルなのです。人間としてのユーザの動機付けとか、あるいは欲求——欲求っというのは非常に奥の深い内容をもっているんですが——そういうようなことも含めてユーザはそもそも能動的に仕事をするという観点からものを考えないといけないということです。なにか与えられた情報に従って受動的にレスポンスをするのではないというつもりでして、機械が能動性を

もつというのはまだ SF の世界でしかないのではないかと思います。

司会 それでは少し時間がもうすでに過ぎてしまいましたので。大変楽しいパネルで、スムーズなパネルで、あんまりスムーズすぎて、これでよかったのかしらとちょっと心配でもございますが、皆さまのご協力大変感謝いたします。

要するにこういう分野があって、それが大事で、むずかしくて、で、ひょっとするとやりすぎるといけない部分もあるよということで、話は収まったかと思えますので、ここでめでたく三三七拍手といきたいんですが、まあ拍手をして終りにしたいと思います。(拍手)