



知能をもった道具をつくる

—— 人工知能への挑戦 ——

志村研究室

情報工学科

コンピューターは元来、非常に複雑な計算を代替させる機械であり、その意味で“計算機”だった。しかし人間は、コンピューターに判断までも代替させようとしている。これが“人工知能”である。この研究をなさっている情報工学科の志村正道教授を訪ねた。先生の研究室は南3号館の10階という高い所にある。それと同じくらい人工知能の研究内容も高いのでは？と不安を抱く我々を温かく迎え、わかりやすく説明してくださった。



志村正道教授



人間に役立つ、知的な動作をするコンピューターを

「人間が持っている知能というものをコンピューターシステムに組み入れたならば、もっと知的な動作をし人間に役立つものが出来やしないか、というのが一番の研究の目的です。」

人工知能の研究目的をそう語られた。人間に役に立つというのは実際どのような点で役に立つのだろう。先生に3点ほど挙げていただいた。

まず第一点は、人間の能力を超えるような知的な仕事をさせることである。計算の処理能力はもうとっくに人間の能力を凌駕している。知的な作業においても人間より速く処理できるものをつくるのだ。例えば、知能ロボット、エキスパートシステ

ム、翻訳、CAD/CAM、資源探査、航空管制などがそれである。

次に第二点としては、コンピューター側から人間への知能的なあゆみよりがある。今までは機械と人が存在すると人間の方が機械に歩みよっていた。コンピューターは我々の言語をなかなか理解してくれずに、我々の方からコンピューターの言語を習い使っていく。知能程度の低い機械が、知能程度の高い人間に負担をかけていたのだ。だが、もし機械に知能があれば、難しい操作を必要とするものが、子供だって主婦だって誰でも容易に扱える簡単なものになるのだ。

最後に第三点としては、人間に危

険な仕事をさせないようにすることや嫌な仕事から人間を開放することがある。前者の例として、宇宙、深海、あるいは火山での観測。また、後者の例としては原子炉の管理システムなどが挙げられる。万が一原子炉に故障が起こると大事故につながる。

る。しかしそれは文字通りに万が一で、めったに故障は起こらない。それでも人間が四六時中見張らなくてはならず、単調で退屈な仕事といえる。もし、コンピューターシステムが知能を持つことができれば、これらの仕事を代行できるようになる。

そして、人間はずっと楽になれば、高い次元の仕事が可能になるのだ。

これらのことからわかるように「機械に人間の知能を少しでも入れようというのが、人工知能の研究」と先生はおっしゃった。



いくつものテーマをもつ、裾野の広い人工知能研究

ここ数年問題にしている、志村先生の研究テーマは5つほどある。大学院生の方もそのテーマと一緒に取り組んでおられるという。その5つのテーマは以下のようである。

1. 学習
2. エキスパートシステム

3. 知的C A I
4. 談話システム
5. 非単調論理

このように、1つのテーマを取り上げるのではなく、5つのテーマを並行して研究していく姿勢に人工知能の裾野の広さをうかがい知ることができるといえよう。



さらに新しい知識をつくり出す——学習機構

ここでは、1. の『学習』の研究を中心に説明しよう。スズメやツバメを例にとると、これらは飛ぶ。またハトも飛ぶ。これらはすべて鳥であり、推論すると、鳥は飛ぶものと考えられる。このようにして概念を形成していくのだ。また、いろいろな犬を見ていると、いつの間にか自分の頭の中で、犬という概念が形成されていく。つまり、概念学習である。そのことによって、ともに4本足で頭もヒゲもある犬と猫の区別ができる。このように、例から必要となる知識を学習していくような機構をコンピューターに持たせようと研究なさっている。

例えば網走は寒いですかとデータにないことを問われたときも、網走が北海道の一都市だとわかれば、それから推論を行い、寒いと答える。データベースに情報を階層的に入れておくことにより、『学習』を可能とする。「北海道は寒いから網走も寒い」という結論は次のように行われる。「北海道は寒い」という一般化の手順は

「北海道は寒い」

↑一般化

「『北海道の一部』は寒い」

↑上の階層↑

「『旭川』は寒い」「『札幌』は寒い」

である。次に、与えられた情報「網走」から「網走は寒い」と結論を下すまでの手順は、先程と同じように「網走」の上の階層に「北海道の一部」があって、それと「北海道は寒い」ということから、「網走は寒い」となるのである。ここでは上の階層が北海道で終わっているが、さらにその上の階層として日本が入っていれば、「北海道は寒い」ことを一般化して「日本は寒い」と考える。しかし、これはおかしいことである。そこでこの時点で教師たる人間が正誤の判断を下し生徒のコンピューターに教える。まさに「教師と生徒」や「母と子」の学習をヒントとして、『学習』のシステムを築き上げている。

また、ただ単に与えられた情報を取り入れて記憶し、記憶を整理し直

すことだけでなく、さらに新しい知識を作り出すことを目指している。

例えば、食塩水の濃度の定義から、

$$\begin{aligned} \text{(食塩水の濃度)} &= \frac{\text{(食塩の重量)}}{\text{(食塩と水の重量)}} \\ \rightarrow \text{(濃度)} &= \frac{\text{(溶質の重量)}}{\text{(溶質と溶媒の重量)}} \end{aligned}$$

という段階まで知識のレベルを上げる。このようなことを『学習』のシステムは行えるようになる。この場合、「食塩水」の情報をデータベースから取り出すときに、「溶質」や「溶媒」という情報が、より上の階層に入っていれば、そこにたどることにより一般化できるのだ。



専門家の知識をもつエキスパートシステム

2. のエキスパートシステムというのは、専門家が持っている知識をコンピューターシステムに与えることで、この知識を用いて専門家と同じような処理をさせるシステムである。エキスパートシステムはあらゆる分野で実用化されている。

今、研究なさっているのは、エンジンなどの故障診断システム。単に専門家の経験的知識（浅い知識）を使う場合でことが足りていればよいが、実際には、経験的知識ではわからない場合が出てくる。そこでは浅

い知識ではなく、物理の原理・原則（深い知識）を用いる。例えば、熱伝導方程式を解くこと。しかし、深い知識を絶えず用いているのでは、判断に迅速さが欠けてしまう。どうやって浅い知識を使うか、原理・原則をどこまで取り入れて使っていくか、というようなことが問題となっている。

また、知識をどのように獲得するかということも問題である。たとえば、「桜は4月に咲く」、「空は青い」といったことを取り込むのはさほど

問題ではない。極端な例として、「自転車の乗り方」は文章で書くより実際にやったほうが易しい。それから、専門家の持つ知識、非常に次元の高い知識などがあり、それらをどうやってコンピューターの中に知識として貯えるかということも難しく、エキスパートシステムのネックのひとつに挙げられる。その方法の一つとして、『学習』ということがあるのだ。ここでも『学習』が顔を出す。『学習』はいろいろな分野にまたがっているのである。



学ぶ人によりよいアドバイスを与える知的CAI

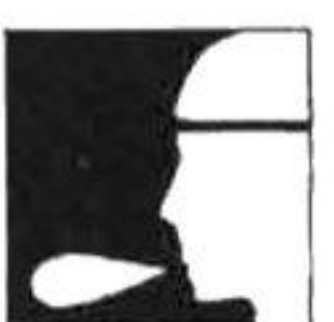
3. の知的CAI (Computer Aided Instruction) とは、いわゆる勉強させてくれる機械である。昔は問題を出して、もし解けなかったらより易しい問題を出すというメニュー方式であった。しかし、この方式は、違った方法で解いても答が合っていればO.K. となり、逆に、違う方法で解くと誤りになったりと融通が大変効かないものであった。この方式で十分満足いく学習内容もあるが、例えばプログラミングの方法を学習するときはこの方式では不十分だ。一番読みやすいプログラム、一番速く動くプログラムなどといったプログラムの方法は、唯一に解が決まらない。学習する相手のレベルに合わせて、プログラムのよりよい書き方を示してくれたり、理解不足による誤りと単なるうっかりした誤りとを区別、

判断し、教育するようなシステム、これが知的CAIである。

4. の談話システムはコンピューター同士の対話・人間との対話を行うシステムである。「君のうちはどこですか?」「私のうちは○△です。」という類いの会話ならコンピューターでもできる。ところが、実際に人間が日常行っているような会話になると、途端に難しくなり、これをコンピューターで表現しようとするると多くの問題が生じる。例えば、話題を少ししか変えないとあまり意味がないし、逆に変えすぎても分裂した会話となる。肝心なところへ話がきてもパッと変わったりしないようにすることなど、話の転換でさえも難しい。また、話手の意図もある。野球の話をするにしても自分がひいきにするチームとしないチームに対し

ては言い方が違ってくる。このように様々な点が絡み合っている訳で非常に難しい研究だ。「2001年宇宙の旅」のコンピューターHALへはまだ遠い。

5. の非単調論理とは、普通新しい知識を得ると知識は増加するが、例えば「ペンギン」という知識を得るとそれ以前に持っていた「鳥はみな飛ぶ」という知識はなくなる。すなわち、新しい知識を得たために知識が減ってしまう事柄をどう取り扱い、処理するかというものだ。推論は論理学に基礎をおいているが、論理学で例外を取り扱うのは非常に難しい。非単調論理はそれを取り扱おうとするものである。



近い将来、人工知能も身近な存在になっているだろう

このように人間の思考、知能に挑戦するテーマを研究なさっている。人工知能の研究は今や百花繚乱と思えるばかり多岐にわたり、その研究の裾野も広がっている。先生が人工知能を研究しようとした理由は何だ

ろうか。

先生は学生時代パターン認識を専攻された。その頃はコンピューターというものほとんどなかった。そのような時期に人間の脳に関する研究が世界的にわき上がり、パターン

認識も問題として加わっていった。パターン認識の中でも学習関係のことを専攻されていたので、人工知能の研究に「これだ!」という思いで取り組まれた。ただ、今行われている知識の研究を行う時代ではなく、

ゲームに関する研究を行っていた。人工知能のメインの研究は少しずつ変わってきている。工学の歴史的流れにたつて、今後の研究の展開がどのようなになるか尋ねてみた。

「エンジニアの場合は、人間に役立つ道具をつくるというのが過去からの大きな目的であり、歴史の流れであった。」

道具の歴史をたどってみると、最初はナイフやオノなどで人間の手足を少し拡張したものであった。これを第一世代と呼ぶ。次に現われたのは、蒸気エンジンに始まる大きな力を出すことができるものであった。パワーシャベルや削岩機など人間の筋肉系を拡張した道具を第二世代。今度は人間の視聴覚を、例えば望遠鏡や顕微鏡、あるいは無線などで、拡張する。このような道具を第三世代。大きな機械をコントロールすることが重要になると、人間の神経系

の延長として、つまり制御、オートメーション、自動機械などが現われた。これが第四世代。このように世代で分けていくと、手先から筋肉、それから視聴覚へ、さらに神経系へと進んだ流れを考えれば、第五世代としては、脳の研究になる。それが人工知能の研究につながると説明なさった。

「人工知能の研究とは、人間と同程度のものができるとまでは絶対続かないと仮定すると、人工知能の研究は永遠に続くわけです。もし、終着があるとすれば人間と同じものができたときに、はじめて終わるわけ。ということはそれが最終的な目的なわけです。」

「西暦2000年くらいには、例えば翻訳なんかすでに実用化されているから翻訳機械があちこちで使われるようになるだろうし、設計や問題の

解決など、専門家にとってかわるような能力をもつものができってくる。工場の機械なども知能化されてくるし、当然人間の教育形態も変わる可能性がある。ただしコンピューターによる教育システムでは、あくまで人間と機械であって、人間と人間の関係ではないわけです。それで例えば企業での専門教育などには適しているかもしれません。」

「すでに人工知能を使ったという言葉で製品を売っているところがありますが、そういう具合に、いろいろと知能的と思われる動作をするものが増えていくと思っています。」

素人目にみても、人工知能はゆつくりと、しかし確実に我々の生活に入り込んでいきそうだ。



知的なゆとりはアイデアを生み出す泉

志村先生は今年度の5類の主任を勤められている。そのため1, 2年生には関心が高いと語られた。いつものことだが、1, 2年生にむけて先生に勉強方法をお聞きした。

「専門じゃないことも勉強したほうがいい。例えば、哲学でもいい、心理学でもいいし、文学でもいい、経済学だっていいしね。工大に入ってくる学生は早く専門的なことをやりたがる。でもね、専門的なことはこれから何十年もやるかもしれないのであって、人間の社会において専門的なことなんて本当はごくごく狭い範囲のはずなんだよ。」

「他の大学では教養学部が一年半ちよつとある。それに比べて工大は非常に少なく、ある意味で専門しかできない人を育てている。それでは決して社会に出てから人を引っばってゆく力が出てこない。さっき言ったことやスポーツもしなくてはいいけ

ない。そうでないと偏った人間になる恐れがあると思います。」

「いいアイデアというのはね、やはりある程度ゆとりがないと出てこないと思う。だからそのような時間がもしも1年生にあるとすればね、そういうふうなところに時間を使いなさいと言いたい。だからといって専門のことをやってはいけないというのではないわけで、自分の興味に合わせて、例えば抽象数学の本、あるいは専門書を読んだっていい。けれども、もっとやっぱりいろんなことを身につけなさいと言いたいね。」

やはり人工知能という、広い範囲の素養を要する研究をなさっているだけに、このようなお話しが出てきたのだろう。大学での講義の勉強方法ではなく、社会に出て重要なことの学び方を教わったと思う。

このような幅の広い人工知能の研究に従事している志村先生ではある

が、その先生をして、

「この研究をすると、人間って本当にすごいなと思いますよ。」

と言わしむるほど人間の知能は高度だ。あなたも、「考えること」を考えて人間の知能のメカニズムを探求してみてはいかがでしょう。

(佐藤)