

## 1990(第6回)日本国際賞受賞者

### 総合化技術分野

受賞対象業績：

「人工知能という学問の研究の確立とその基本理論の提案」

## 1990 Japan Prize Laureates

### Technology of Integration — Design, Production and Control Technologies

Establishment of an academic field named artificial intelligence and the proposal of fundamental theories in that field



### マービン・ミンスキー博士 (アメリカ合衆国)

マサチューセッツ工科大学教授 1927年生まれ。1961年に「人工知能へのステップ」という論文を発表した博士は、人工知能という学問分野を世界に広め、「人工知能の父」と呼ばれている。1979年代に入ると、人工知能が扱う対象も複雑になり、コンピュータも人間のような膨大な知識をもち、必要に応じて適切な知識を取り出して、使わねばならなくなった。知識の重要性をいち早く知った博士は、知識をコンピュータ内に表現し、利用するための枠組みとして、「フレームの理論」を提案した。1980年代に入ると、人工知能の実用化がさらに加速され、機械自身に学習させることが注目されるようになった。博士は、理論的思考だけでなく、感情や自我などを含む心(mind)の研究が必要であるとして、「心の社会」という著書の中で、心は簡単な情報処理をする小さなコンピュータが多数集まってできており、それが互いに連絡をとりながら動いているという心のモデルを提案した。これにより人工知能の分野が広がり、今後の発展が期待されている。

### Dr. Marvin Minsky (U.S.A.)

Professor of Electrical Engineering, MIT. Born in 1927.

Dr. Marvin Minsky published his paper "Steps Toward Artificial Intelligence" in 1961 that gave Artificial Intelligence (AI) world wide exposure and has earned the title of "father of AI". Artificial Intelligence became increasingly complex by the 1970s, involving vast amounts of knowledge and the need to use specially appropriate pieces of knowledge at particular times. Professor Minsky proposed a theory of frames for the effective representation and utilization of knowledge in computers. In the 1980s, AI has produced many more practical application systems and many researchers have turned forward the question of how to make machines learn more by themselves. In addition to the development of the theory and practical application systems, he emphasized necessity of study on human mind including emotion and self consciousness. In his book "Society of Mind," he has proposed a model of the human mind which consists of many small agents (computers) working together by communicating with each other. His proposal is expected to further expand the AI technology to other fields of science and to help promote AI applications.

# 知能の過去と未来

Marvin Minsky

人工知能(AI)の研究者は人によって異なる目標をもっています。知的と呼ばれるようなことをもっとたくさん機械にやらせようとしている研究者もいれば、人間がどうしても知的な行動ができるのかを解明しようとしている研究者もいます。さらに、機械が自分で自分をプログラムし、経験から学んで成長するように仕向けることによって、コンピュータ・プログラミングという仕事を撲滅してしまうと考えている研究者もいます。すでに多くのコンピュータ・プログラムが、知能を必要とする(と人々が思う)ような仕事を行なっています。今日、私たちはすでに機械に、チェスを指させたり、電子装置を設計させたり、幾何学の定理を証明させたり、病気の診断をさせたり、地質調査の結果から鉱物資源を発見させたり、工場の作業ロボットを制御させたりすることができるのです。しかし、どんなプログラムでも、ある制限された専門領域の外ではなにもできません。つまり、人間がもつような弾力性や能力的多面性をもっていないのです。私たちは現在、ものを「見る」ことのできるコンピュータはもっていますが、それらは限られた環境の中でしかものを見ることができないのです。どんな子供にでもできるような汎用の画像理解——たとえば、ふつうの家庭にある雑多なもの、つまり、家具、台所用具、衣服、人、飾りつけなどを認識すること——ができるシステムを、まだもっていないのです。家を掃除したり、夕食を作ってくれたり、幼児の世話をしてくれたり、最も単純な子供向けの物語を理解したりするロボットがまだ存在しない理由は、まさにこれなのです。熟練したエキスパートと対等の能力を実現するよりも、こんな簡単なことを機械にやらせることのほうが難しいのは

いったいどうしてなのでしょう。それは、機械に常識をどう与えるかについて、私たちがまだよくわからないからです。

人工知能のルーツは1940年代のサイバネティックス運動にあります。サイバネティックスは、サーボ機構の理論から出てきた「アナログ」のアイデアと、ウォレン・マカロック、およびその同僚のウォルター・ピッツ、ジェローム・レトビン、オリバー・セルフリッジといった脳の研究者の理論から出てきた新しい「デジタル」のアイデアを組み合わせようとしたものでした。しかし、この理論が実験されたのは、1950年代になってコンピュータが使えるようになってからでした。それからすぐ、何人かの研究者はコンピュータ自身に問題を解かせる研究を始めました。初期のAI研究者のとしたアプローチは2つありました。1つは、プログラムが進化の過程を経て自分自身を改良していく「自己組織化システム」を目指すアプローチです。ところが、理論がまだあまりに弱体であったことと、コンピュータがまだあまりにも遅かったことから、ほとんどの実験は失敗に終わってしまいました。そのため、この方向の研究は長い間行なわれませんでした。

もう1つのアプローチは「ヒューリスティック探索」と呼ばれるものです。そこでは、プログラムは1つの問題を解くのにたくさんの異なる手順を試し、そのうちのどれが成功したかを見るだけでした。たくさん問題がこのアプローチで解かれました。しかし、当然のことですが、探索は、探索すべきもののサイズが指数的に大きくなってくると、非現実的になってしまいます。これを克服するために、1960年代のAI研究者は、すべての可能性をシラミつぶしに調べるのではなく、見込

みのありそうなところだけをうまく選んで調べるとい手法を開発しました。たとえば、アレン・ニューエルとハーバート・A・サイモンは、目指す目標と現在の状態とのいろいろな差を計測するという「目標指向型」の探索手法を開発しました。こうすると、プログラムは問題をまるごと考える代わりに、複数個の差を別々の問題として扱うことができるのです。この時代のもう1つのアイデアが「計画立案」です。これは実際の問題にあたる前に、それを少し単純化した問題を計画立案プログラムがまず解いて、それからその解をもとの問題に適用する、というものです。これらの手法は解を得るための計算時間を何桁もスピードアップし、プログラムを作った人間よりもその問題に対処する腕前を上げました。しかし、こういうことをするためには、プログラミング自身にたくさんの新しいアイデアが必要でした。だから、AI研究者のコミュニティは、ソフトウェア工学に関して結果的に多くの貢献をすることになったのです。たとえば、マルチプロセッシング、時分割（タイム・シェアリング）、斬新なデバッグ手法、記号処理言語、画像入出力装置、ワード・プロセッシング、そしてコンピュータによる計算そのものに関する新しい基礎理論、自然言語処理、画像認識、ロボット工学などがあります。

しかし、1970年代になって、一般的な原理を使って達成できるものには限界があることがわかってきました。どんなに賢い人でも、未知の分野の問題に対してはエキスパートにはかなわないのです。そこで、AI研究は、いろいろな種類の問題を解くために、人または機械がどんな知識をもたなければならないか、というテーマに関心をもつ時代に移りました。そして、AI研究者はコンピュータ内部に「知

識を表現する」たくさんの新しい手法を開発しました。たとえば、「IF-THEN型」のルールはいろいろなエキスパートの技術をシミュレートするのに役立ちました。「意味ネットワーク」は、概念とそれらの関係が織りなす複雑なネットワークに関する推論に有用でした。数学的なタイプの問題には、演繹的な推論を自動的に行なってくれる「論理型プログラミング言語」を使って知識を表現するのが有用でした。私が1970年代始めに発明した「フレーム」という知識表現法は、知識を典型的な状況の枠組みで表現し、具体的な応用における個々の知識が典型的な状況から違っているところだけを憶えていればよい、というものです。1980年代になって、こういった基礎研究の積み重ねはエキスパート・システムという応用に花開き、商業的にも成功するようになりました。エキスパート・システムはいくつかの難しい問題をちゃんと解くことができました。しかし、どのプログラムも、人が持っているような能力の多面性と臨機応変さをもっていません。どれも非常に限られた狭い領域や分野でしかうまく機能しないのです。

問題の1つは、どのシステムも経験から学ぶことができなかつたことです。だから1980年代、AI研究者は機械に学習させる方法の研究にとりかかりました。1つのアプローチは「コネクショニスト・ネットワーク」と呼ばれる知識表現を開発することでした。これは脳の中の低レベルの概念をいかにシミュレートするか、という研究です。このアプローチは多数のパターンを認識する学習には大きな成功をおさめましたが、言語的な推論に必要な高レベル推論や計画立案プロセスをサポートすることはできませんでした。こういう目的のために、ほかの研究者は意味ネットワー

ク、「事例にもとづく」推論などの技法を使った高レベル学習システムの研究を行ないました。

もう1つの問題は、こうした手法にはすべて一長一短があって、機械に「常識」をもたせられる見込みがなさそうなことです。だから、私の著書『心の社会』で説明したように、これがいまの私の研究テーマになっているのです。私の基本的な結論は、「人間の心は、単一の知識表現法あるいは単一の推論法に基づいて動いているわけではない」ということです。人間の脳の偉大さは、その機能が何百種類もの異なる動作機構から生まれてきたところにあります。おのおのの心的動作機構（メンタル・エージェンシー、心の中の動作主体）は、ある特定の問題を解くのに特化されているのですが、もっと重要なのは、おのおのの動作主体がほかの動作主体からどうやったら助けを得られるかをちゃんと学ぶことができることなのです！ これによって、ちょうど幼児から大人に成長する間に子供がやってい

るように、心は多数の（低レベルおよび高レベルの）戦略と表現を（個々の限界を越えた形で）十分に活用できるのです。これが私たちの能力的多面性の秘密だと私は信じています。こういうアイデアがどれくらいうまくいくかについては、十分な実験がまだなされていませんが、もし、それがうまくいくのだったら、知的機械は21世紀には工学的な射程に入ってくるでしょう。

しかし、その影響は非常に大きいので、私たちはこのことについてしっかり考えておかなければなりません。採鉱から、農業、家の掃除、工場生産、さらには基礎科学研究までのすべてを人工的作業者がやってくれるようになったら、私たちの生活はどう変化するのでしょうか？ 私たちがいままで成し遂げてきたことが、衰退あるいは崩壊していくのでしょうか？ それとも——私はそう期待し、かつそう予測しているのですが——私たちがいまだかつて予想しなかったような偉大な新しい文化が生まれるのでしょうか？