

2. エッセイ集

2 汎用人工知能の現状と展望

市瀬龍太郎 (国立情報学研究所)

汎用人工知能とは

近年の人工知能 (AI: Artificial Intelligence) 技術の急速な進展に伴い、汎用人工知能 (AGI: Artificial General Intelligence) に注目が集まり始めている。人工知能の歴史を振り返ると、当初の人工知能は、人間の知能と同等の汎用的な知的処理を機械で実現することを目指していた。しかし、当初の期待とは異なり、研究が進むにつれて、知能の複雑さが明らかとなり、人工知能の研究は、次第に、特定の領域で使えるような人工知能の開発にシフトしていった。このような人工知能は、特化型人工知能 (Narrow AI) と呼ばれ、現在でもさまざまな分野で研究されている。2000年代に入ると、そのような人工知能技術に対して人工知能研究者から批判がなされるようになってくる。たとえば、人工知能という研究分野を表す用語の策定にもかわり、初期から人工知能研究を引っ張ってきた Minsky 氏は、以下のように述べている¹⁾。

「もしマシンがいくつかの難しい問題を解決することができれば、それよりやさしい多くの問題も解決できると誰もが信じた。しかしながら、それは間違いに終わりました。なぜならば、ある特定の分野の専門家は、数百または数千の知識やスキルを習得だけすればよいのに対して、5歳の子どもの能力の実現には、何百万という日常の常識や知識の断片を学習し組織化する必要があるからです。」

Minsky 氏が指摘するように、現在の人工知能は、当初、人工知能研究者が目指した人間のような知能を持つ機械とは程遠く、専門家が行うような特定のタスクに対しては人間と同等か、場合によっては、人間よりうまく行うことができるが、人間のようにいろいろなタスクを行うことができないという問題点がある。そのような問題意識から、2004年に

は、人間レベルの人工知能 (HLAI: Human-Level AI) を作るためのシンポジウムが開かれている。そこで議論されたことは、人間レベルの人工知能を実現するためには、近年の人工知能技術を統合することが必要となることであった。

その後、Goertzel 氏らは、特定の領域で知性を見せる人工知能ではなく、異なる領域において多様で複雑な問題を自律して解く人工知能を研究する領域を、汎用人工知能と名付けて研究を進めていき、汎用人工知能という概念が徐々に広がっていった。そして、近年の深層学習の研究の流れと組み合わせたり、汎用人工知能に向けてさまざまな取り組みがなされている。たとえば、インベーダーゲームなどさまざまな種類のゲームのプレイを学習する Deep Q-Network (DQN)²⁾ などが提案され、汎用人工知能の研究が広がっている。日本でも、2015年に、人工知能学会に汎用人工知能研究会が発足し広がりを見せている。また、同時期に、AlphaGo³⁾の開発で注目を浴びている Google DeepMind が汎用人工知能を開発目標に掲げたりするなど、汎用人工知能に対する社会的な注目も集まりつつある。

汎用人工知能の実現に向けて

汎用人工知能を作成するための技術として、いくつかの研究アプローチがある。ここではそのうち3つを紹介したい。まず1つ目に、認知アーキテクチャの研究が挙げられる。認知アーキテクチャとは、人間の総合的な認知機能をモデル化したものであり、人工知能の初期よりさまざまなモデルが研究・開発されてきている。たとえば、カーネギーメロン大学で開発されている ACT-R⁴⁾ という認知アーキテクチャでは、外界から情報を得て、意思決定をし、行動に移すまでのプロセスを、さまざまなモジュール

に分け、それらが協調動作することによって、人間と同じような知的な動作を実現している。近年では、生物からヒントを得た認知アーキテクチャ（BICA：Biologically Inspired Cognitive Architectures）に注目が集まっている。脳計測技術の発展により、脳の仕組みが分かるようになってきたため、その知見を認知アーキテクチャの設計に取り入れることが行われている。日本においても、全脳アーキテクチャ（Whole Brain Architecture）と呼ばれる脳からヒントを得た認知アーキテクチャの研究が行われている。

2つ目のアプローチとして、人間の身体性の観点からのアプローチもある。人間のような身体を持つロボットを動作させることで、人間レベルの知能を持つロボットを構築することを目指しており、認知（発達）ロボティクスと呼ばれる。この分野では、ある環境に対して適切な動作を自動的に学習していくような機構の開発に焦点がある。

また、3つ目のアプローチとして、機械学習からのアプローチもある。機械学習は、近年の人工知能ブームの中核をなす技術と言え、大量のデータからパターンを抽出し、それを予測や意思決定に活かす技術である。汎用人工知能を実現するためには、さまざまな知識を環境から学習することが欠かせないため、機械学習が大きな役割を果たす。特に、深層学習は、属性を自動的に学習する表現学習（representation learning）と呼ばれる機構が組み込まれているため、人手で属性を与える必要がないという利点があり、注目されている。

汎用人工知能の展望

汎用人工知能は、高度な知的処理ができるため、人間の代わりに、工場労働、オフィス労働をするのみならず、科学研究などもできるようになり、難病の克服といった人類の課題の解決にも大きな役割を

果たすであろう。汎用人工知能がいつ実現されるかに関しては、さまざまな議論があるが、人工知能の専門家の間でも、予想がなされている⁵⁾。少し古いものになるが、それによると、ノーベル賞級の研究が汎用人工知能で実現可能になる中央値は、2045年になっている。一方で、第1四分位数は、2030年になっており、少なからずの人工知能の専門家が、人間レベルの人工知能の実現は遠くないと考えていると言えるであろう。

汎用人工知能の技術は応用範囲が広いと、蒸気機関や内燃機関、電気モータのような産業革命をもたらした技術に匹敵する技術になり得ると一般的にはみなされている。その一方で、研究課題は、今なお山積みであり、さまざまな知見を統合し、協力しながら実現方法を探っていく必要がある。

参考文献

- 1) Minsky, M. 著, 竹林洋一 訳：ミンスキー博士の脳の探検 一常識・感情・自己とは一, 共立出版 (2009).
- 2) Mnih, V. 他：Human-level Control through Deep Reinforcement Learning, Nature, Vol.518, pp.529-533 (2015).
- 3) Silver, D. 他：Mastering the Game of Go with Deep Neural Networks and Tree Search, Nature, Vol.529, pp.484-489 (2016).
- 4) 寺尾 敦：認知アーキテクチャの理論による脳の構造と機能の解明, 電子情報通信学会誌, Vol.98, No.12, pp.1083-1090 (2015).
- 5) Baum, S. 他：How Long until Human-level AI? Results from an Expert Assessment, Technological Forecasting & Social Change, Vol.78, Issue 1, pp.185-195 (2011).

(2016年7月1日受付)

市瀬龍太郎（正会員） ichise@nii.ac.jp

国立情報学研究所情報学プリンシプル研究系准教授。総合研究大学院大学准教授。博士（工学）。人工知能、特に知識処理、機械学習の研究に従事。人工知能学会編集委員会副委員長、汎用人工知能研究会主幹事。本会シニア会員。