

近未来金融システム創造プログラム第9回講義レポート

第9回目となる本日は、理化学研究所荣誉研究員・帝京大学の甘利俊一教授から「金融と技術（各論Ⅰ）機械学習の発明」という題目で講義が行われた。甘利教授からは人工知能とはどのように発展してきたかについてお話をいただいた。また、今回の講義の後半では将来人口知能はどのように進化し、人間と共存していくかについての先生のお考えをご教授いただいた。

人工知能の歴史とこれからに関する考察

1. はじめに

人工知能の発展は目覚ましく、近年では ChatGPT をはじめとする大規模言語モデルが社会に大きな影響を与えている。本レポートでは人工知能の歴史的発展から現在の課題、そして人工知能と人間社会の関係について考察する。特に「理論の貧困」という課題と、AI の意識の問題、そして将来の社会との関係性に焦点を当てる。

2. 人工知能の歴史と発展

人工知能の歴史は大きく3つのブームに分けられる。第一次ブームは1956年のダートマス会議から始まり、記号と論理による知的推論やゲームの研究が進められた。この時期は人工知能と脳モデルという2つのアプローチが存在した。一方では記号と論理による知的推論、他方ではローゼンブラットが提唱したパーセプトロンのような学習する普遍的計算機構が研究された。しかし実用化には至らず、1960年代後半から「暗黒期」と呼ばれる停滞期を迎えた。この暗黒期において、日本では研究が継続された。1967年に多層パーセプトロン(MLP)の確率的勾配降下学習法が英文で提案された。このシミュレーションは1968年に「Information Theory II--Geometrical Theory of Information」として出版され、現代のディープラーニングの基礎となる方法である。当時の欧米では研究予算が大幅に削減される中、日本では研究者が自由に研究を続けることができた経済的環境があった。

第二次ブームは1980年代に起こり、エキスパートシステムや多層パーセプトロン、連想記憶モデルなどが発展した。この時期には確率的勾配降下学習法はルメルハートらによるバックプロパゲーション法として再発見され、注目を集めた。また、福島邦彦氏による畳み込み多層回路も提案され、これが現代のディープラーニングの基礎となっている。

第三次ブームは2010年頃から始まり、現在も続いている。ヒントンらが粘り強く研究を続け、ディープラーニングの有効性を示した。特に画像認識の国際コンテストでニューラルネットワークが抜群の成績を収めたことが契機となった。その後、画像認識だけでなく、音声認識、囲碁・将棋などのゲーム、そして言語理解と生成においても人間を超える性能を示すようになった。最近では大規模言語モデル(LLM)による自然言語処理の進展

が著しく、ChatGPT などの AI が広く一般にも利用されるようになっている。

3. 人工知能の理論的課題と「理論の貧困」

現代の人工知能、特に深層学習において重要な課題の一つが「理論の貧困」と呼ばれる問題である。深層学習は経験的に非常に優れた性能を示すものの、なぜそれが機能するのかについての理論的な理解が不十分である。特に重要な問題は、モデルの規模とその性能の関係である。経験則として「スケーリング則」があり、ニューラルネットワークを大規模にすればするほど性能が向上することが知られている。また、「創発」と呼ばれる現象も観察され、ある程度の規模を超えると新しい能力が突然現れることもある。しかし、これらの現象に対する理論的な説明は十分ではない。

従来の学習理論では、モデルのパラメータ数(P)と訓練データの数(N)の関係において、 $P > N$ となると過学習が生じ、汎化性能が低下すると考えられていた。しかし実際には「二重降下 (Double Descent)」と呼ばれる現象が観察され、パラメータ数がデータ数を大きく上回る領域 ($P \gg N$) でも汎化性能が向上することがわかっている。この現象を説明する理論として注目されているのが「神経接核理論 (NTK: Neural Tangent Kernel)」である。この理論によれば、十分に大きなパラメータ空間では、ランダムに選ばれた初期値の周囲に必ず正解に近い解が存在する確率が高くなる。しかし、この理論にも課題があり、パラメータ空間の特異構造に関するより深い理解が必要とされている。

4. 深層学習と言語理解：ChatGPT の能力と限界

現代の深層学習の代表例として、ChatGPT などの大規模言語モデルがある。これらのモデルは膨大なテキストデータから学習し、人間のような対話や文章生成を行うことができる。特に言語モデルにおいては、単語をベクトル空間で表現し、トランスフォーマーなどの技術を用いて文脈を理解する仕組みが採用されている。例えば「男」と「女」、「王様」と「女王」の関係を考えると、「男」から「女」へのベクトルと「王様」から「女王」へのベクトルがほぼ一致するという興味深い特性がある。これにより、言語の意味を数学的に捉え、操作することが可能になっている。しかし、現在の AI はまだ「実験式」の段階にある。科学の歴史から例を挙げると、ケプラーは惑星の運動について実験観測から予測できる法則を見出したが、なぜ惑星が楕円軌道を描くのかという原理はニュートンによって重力や運動方程式という新概念の導入によって初めて説明された。同様に、現在の AI は実験的に優れた性能を示すものの、真の原理原則の理解には達していない。

ChatGPT には「ハルシネーション (幻覚)」と呼ばれる問題もある。事実でないことを確信に満ちて述べたり、論理的に矛盾する内容を生成したりする。これは統計的なシミュレーションに基づくシステムであり、人間のような理性的な思考とは異なることを示している。ChatGPT に「あなたは意識がありますか？」と質問すると、「いいえ、私は意識を持っていません。大規模なデータセットから学習したパターンを元にして質問に対して文

章を生成する AI です」と回答する。このような回答からも、AI の本質は統計的なパターン認識であり、人間のような意識や深い理解は持っていないことが見て取れる。

5. 人間と AI の根本的な違い：意識の問題

人間と AI の最も根本的な違いは「意識」の有無にある。人間の意識とは、自分がしようとしていることを自分で知り、それを他者に伝えることができる能力である。これは言語能力と深く結びついており、人間の複雑な心の働きの基盤となっている。人間は脳の中で計算した結果を「知る」ことができ、「今自分はこうしようとしている」と自分の決定を実行前にチェックする能力がある。一方、AI はそのようなクッションを持たず、計算結果をそのまま出力する。これが両者の決定的な違いである。

また、共感の問題もある。人間は社会的生活を送る中で互いに支え合い、思いやり、喜びを共有する能力を持っている。AI にはそうした共感の本質的に不要であり、ロボットが人間と活動するときには「感情を持っているふり」をするだけで十分である。その「喜び」や「楽しみ」も単なる計算であり、相手に合わせた社会的振る舞いに過ぎない。

6. AI と未来社会：アマチュアの時代

AI が全ての生産を担う未来社会はどのようなものになるだろうか。一つの可能性は、人間はベーシックインカムを受け取るだけで、美味しいものを食べ、のんびり暮らすという姿だ。しかし、これは本当に望ましい姿だろうか。人間は本質的に「働くこと」が好きであり、修行僧のように黙々と働き、そして疲れた後に遊ぶ。これは好奇心の発露である。他者に養ってもらえるとしても、人間は仕事をやめることはないだろう。

未来社会では、人々は「アマチュア」として様々な活動に従事することになるだろう。アマチュアスポーツ、アマチュア学問、アマチュア芸術など、一人一人が自分の興味に従って活動することができる。現代のような「誰が速く深く研究したか」という競争ではなく、多様な人々が互いに刺激し合い、社会の課題を解決していく社会が理想である。この社会像は共産主義とは異なる。過去の共産主義は失敗した。今日の資本主義社会でも、一部の人々が極めて豊かになり、貧富の差がどんどん拡大している問題がある。AI を善の力として活用し、より多くの人々の幸福のために利用することが重要である。

7. AI 時代の教育と社会設計

AI が発展する中で、教育のあり方も変わらなければならない。これからの教育は単なる知識の伝達ではなく、「一緒に考える」ことが重要になる。みんなが場に出て考え、議論することが未来を創る希望となるだろう。「AI 時代の教育学問社会文明論」というテーマは今後重要になっていく。AI が暴走する可能性を心配する声もあるが、AI を開発し使用するのは人間である。人間が暴走すれば、当然 AI も暴走する。便利だからと言って無批判に AI を使用し続ければ、早晚、人類全体の知力が退化し、気づいた時には制御できな

くなっているかもしれない。したがって、AI の発展と利用には慎重な社会的議論と倫理的な考慮が必要である。

AI と人間が共生する社会設計において、自由・平等・民主主義・協調・共感といった価値観をどのように実現していくかが重要な課題である。そのためには、単に AI の技術発展を追求するだけでなく、社会制度や教育の在り方も含めた総合的なビジョンが必要である。

8. まとめと考察

人工知能、特に深層学習の発展は目覚ましいが、その理論的な理解はまだ不十分である。

「理論の貧困」という課題に取り組むことで、より効率的かつ理解可能な AI の開発が可能になるだろう。日本の研究者にとっても、理論面での貢献が期待される分野である。

また、AI と人間の根本的な違いは「意識」の有無にある。AI は統計的なパターン認識に基づく振る舞いをしているに過ぎず、人間のような内省や自己認識は持ち合わせていない。しかし外見上は人間のような振る舞いができるため、社会的な役割を果たすことは可能である。

将来の社会においては、AI が生産活動の多くを担い、人間は様々な「アマチュア」活動に従事する可能性がある。そのような社会を実現するためには、教育のあり方も変える必要があり、知識の伝達から「一緒に考える」ことへの転換が求められる。

AI の発展は人類にとって大きな可能性をもたらすが、同時に多くの課題も提起している。AI を善の力として活用し、より多くの人々の幸福に貢献する社会を構築するためには、技術の発展だけでなく、社会の在り方や価値観についての深い考察が必要である。人工知能と人間が共生する社会の設計は、我々全員の責任であり課題である。

Q&A

Q1：AI が急速に成長している現状を踏まえ、今後も AI の発展が加速し続けるのか。

A1：AI の発展は今後しばらくは驚くべきペースで続くと予想される。しかし、いずれは計算能力の限界や予算の問題から頭打ちになる可能性がある。真の発展のためには理論的な進展が必要であり、量子コンピュータのような新技術への移行も視野に入れるべきだが、それはこれからの課題である。とはいえ、発展は今後も続くだろう。

Q2：深層回路の発展によって AGI（汎用人工知能）が実現可能かという質問。

A2：現在の AI は多層神経網による学習と連想記憶、つまり統計的な共起関係の学習によって成り立っている。しかし、ニュートンやアインシュタインのような突拍子もない理論を生み出す能力を持っているとは考えにくい。個々の AI がそうした独創性を持つことは難しく、AI が共同して AI の社会を作ったとしても、人類が社会的生物として協調して進

化したような発展は期待できない。AGI については 10～20 年で可能になるという意見もあるが、それが実現しても人間とは根本的に異なるものとなり、真の人間型知能に到達するには 50～100 年かかる可能性がある。

Q3：AI が生産を担い、人間が芸術やスポーツに従事する理想的な未来社会は実現可能か、それとも格差が広がる可能性が高いか。

A3：理想的な社会への道は困難が多く、実現可能性は狭い。かつてマルクスが描いた「能力に応じて働き、必要に応じて取る」理想は、ソ連や東欧の失敗が示すように、人間の権力志向や腐敗によって実現不可能であった。生産力が発展すれば物質的には豊かな社会が可能かもしれないが、現状のままでは、AI を使いこなせる人とそうでない人の格差はさらに広がる可能性がある。放置すれば、不満が蓄積し、エリート排除や文明破壊、独裁制につながる恐れもある。教育が重要だが、教育だけでこの問題を解決できるかは難問である。

Q4: AI 時代における人間の創造性と存在意義について

AI が創造的な作業をも担えるようになる中で、人間の存在意義はどこにあるのかという質問。

A4：AI に人間の創造性が取って代わられることはないと考えられる。例えば囲碁では、プロ棋士は AI と対戦することにあまり意味を見出さなくなっている。人間対人間のゲームでは、自力を尽くし、相手を騙すといった人間らしい要素が楽しみとなるが、AI との対戦にはそれがない。AI は喜んだり楽しんだりすることはなく、機械的に最適解を出すだけであり、それは人間の創造性や喜びに取って代わることはできない。

また、産業革命時代にも機械化による人間の疎外が懸念されたが、結果的には技術の発展により文明は拡大し、人々はより豊かになった。AI も同様に、最終的には人間がうまく使いこなせるようになり、共存できるようになるだろうという希望を持っている。