

# 1

## 人工知能が東大に合格する日は来るか

0101010  
101  
001  
010  
010  
101  
001  
010  
001  
010  
010  
0101010

### 囲碁の世界チャンピオンが人工知能に負けた日

0001010  
110  
001  
101  
010  
110  
101  
000  
110  
101  
101  
001  
0101010

2016年3月9日、囲碁世界最強の呼び声の高かった韓国の李世乭（イ・セドル）九段は、Hassabis（ハサビス）博士率いるDeepMind社が開発した「人工知能」AlphaGoとの7番勝負の第1局を失った。李九段は第4局で一矢報いたものの、1勝4敗で敗退した。当時33歳になったばかりの李九段は、対戦前は自信に満ち溢れていて、負けることなどあり得ないといった様子に見えた。おそらく、世間の大部分の人たちが李九段の勝利を信じていたと思う。敗戦後、頭を抱えて青白い顔で盤面を見つめる李九段の姿が、今も目に浮かぶ。

翌2017年5月27日、さらに若い19歳の世界チャンピオン、中国の柯潔（コ・ジェ）九段がAlphaGoに挑戦した。しかし残念ながら、柯九段もAlphaGoの敵ではなかった。この5番勝負はAlphaGoの3連勝で幕を閉じた。柯九段は「AlphaGoは完璧、苦しくてたまらなかった」というコメントを残した。一方、Hassabis博士はAlphaGoの「引退」を宣言した。もはやヒトは相手にするのも気の毒である、という「上から目線」の宣言だった。

0101010  
010  
101  
001  
101  
001  
010  
001  
101  
001  
0101010

## 人工知能は東京大学に合格できない

0001010  
110  
001  
101  
010  
110  
110  
101  
101  
001  
0101010

一方、日本では2016年11月14日に国立情報学研究所の新井紀子教授が記者会見に臨んでいた。新井教授は人工知能「東ロボくん」を育てて東京大学に合格させるプロジェクト「ロボットは東大に入れるか」を立ち上げたリーダーである。新井教授が記者会見で宣言したのは、意外なことに、人工知能の敗北だった。「現状の技術の延長線上では、AIが東京大学に合格する日は永遠に来ないだろう」。こうして、2021年の東大合格を目指して2011年にスタートした10年間のプロジェクトは、前期5年をもって終了したのだった<sup>1)</sup>。

われわれの素朴な感覚では、囲碁の世界チャンピオンになることの方が東大に入るよりずっと難しいし、立派なことである。囲碁の世界チャンピオンに勝利する「人工知能」が存在する一方で、「現在の技術の延長線上」では人工知能は永遠に東大入試に合格できないという(図1)。これは本当だろうか。もし本当だとすれば、どんなブレイクスルーが必要なのか。

0101010  
010  
101  
001  
101  
001  
010  
001  
101  
001  
0101010

## AlphaGoは意外にも人間的

0001010  
110  
001  
101  
010  
110  
110  
101  
101  
001  
0101010

人工知能というと、人間性とはかけ離れた無機的な存在を連想する。確かに実体はコンピュータなので、無機物である。しかし、Hassabis博士らが開発したAlphaGoはなかなかどうして「人間的」なのだ。Hassabisらの論文<sup>2)</sup>を読むと、道を極めるための伝統的な3段階「守・破・離」の順にAlphaGoが成長したことが見て取れる。

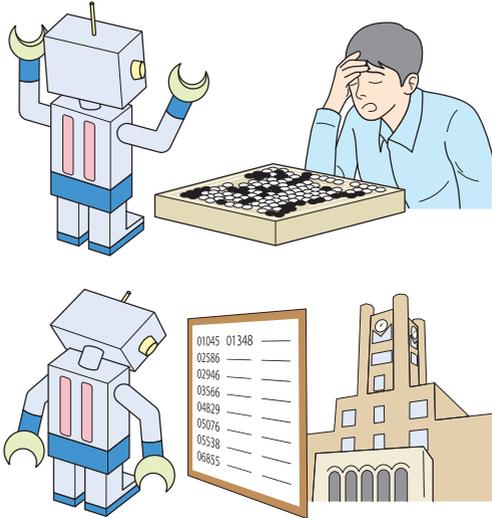
0101010  
010  
101  
001  
101  
001  
010  
001  
101  
001  
0101010

## 「守」は師に学ぶ深層学習

0001010  
110  
001  
101  
010  
110  
110  
101  
101  
001  
0101010

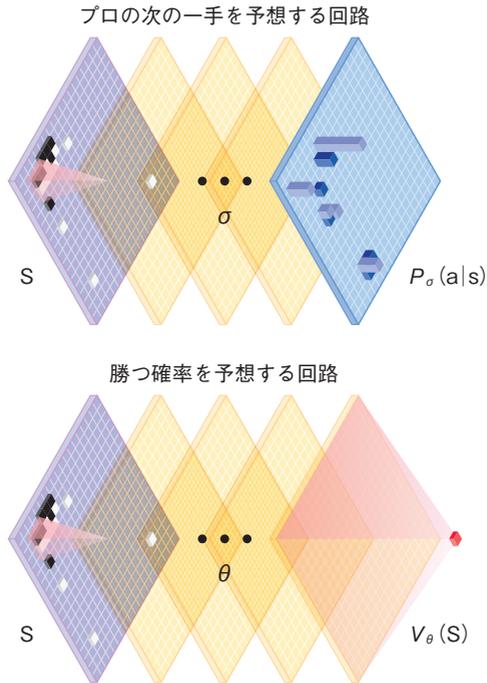
修行の第1段階の「守」は、ひたすら師に学んでその教えを守る段階であ

図1 囲碁の世界チャンピオンに勝てるのに  
東大には入れない？



る。AlphaGoはプロの対戦棋譜のデータベースの3,000万の局面を使ってプロが選ぶ次の一手をひたすら学んだ。AlphaGoは棋譜に貢献した数多くのプロ棋士達に師事して、ひたすら学んだ勤勉な弟子、ということになる。この覚え方が、人間離れたメモリを使った丸暗記であると興ざめなのだが、AlphaGoが採用したのは脳の動作を模倣した13層の人工神経回路である(図2)。第1層には19×19の「ニューロン」を準備して盤面の現在の石の配置を入力する(実際には石の生き死にの情報など、48枚の「盘面」を用意した)。その後の各層には、前の層の一部(5×5か3×3の領域)から入力を受ける「ニューロン」を準備した。これは大脳皮質の視覚野の受容野の構造を真似している。各ニューロンは前の層の一部の情報しか受け取らないが、層を進むに従って盤面の広い領域の情報を総合するようになる。そして、最後の層が「次の一手」を出力する。この出力がプロの一手と同じになるように、「ニューロン」と前の層の「ニューロン」の間の結合係数を微調整していくのである。ここで使われたのが誤差逆伝播法を使った深層学習である。こ

図2 AlphaGoで使われた2種類の深層畳み込み神経回路



盤面 $S$ を入力として、プロの次の一手を予想する回路(上)と勝つ確率(価値)を予想する回路(下)の2種類を深層学習と強化学習を組み合わせ育て上げた。

(Silver D. et al. Nature. 2016; 529: 484-9<sup>2</sup>)より改変)

の深層学習を通じて得られる13層の人工神経回路が出す答えは、プロの一手と57%の確率で一致した。この人工神経回路だけで、すでにアマチュアの有段者レベルの強さを示したという。しかしこれは、ただ教えを守るだけでは、プロにはなれない、ということも意味している。

0101010  
101  
101  
001  
101  
001  
010  
001  
101  
001  
0101010

## 「破」は実戦で学ぶ強化学習

0001010  
110  
001  
101  
010  
110  
110  
101  
101  
001  
0101010

修行の第2段階の「破」は、実戦で学んで師の教えを「破る」（修正する）段階である。実際には、「守」の学習を経た2つの人工知能の間で戦って、負けた手は忘れて勝った手を強化するという強化学習を繰り返した。実戦を経て成長した人工知能は、師を真似ただけの人工知能に対して8割の勝率を取めたという。こうして実戦で鍛えられた2つの人工知能を出発点にして、盤面の状態から予想される将来の勝率（価値）を出力する人工神経回路も育て上げた。これはいわゆる大局観の獲得に相当する。次の一手を予測する回路と、大局観が教える次の一手は、必ずしも一致しない。そこで「次の一手」と「大局観」の合計が最大になる一手を選んだところ、アマ八段ぐらいの強さにステップアップした。

0101010  
010  
101  
101  
101  
001  
010  
001  
101  
001  
0101010

## 師の教え + 大局観 + 先読みで「離」の境地へ

0001010  
110  
001  
101  
010  
110  
110  
101  
101  
001  
0101010

さらに、ここに先読みを追加する。モンテカルロ木探索と呼ばれる方法を改良して、よさそうな手筋を選んで集中的に先読みした。次の一手を予測する回路と大局観を使うと、そこそこよい手筋が見えてくる。その中の上位の手筋から時間が許す範囲でゲームの最後までラフに繰り返し読んでみて、勝率を計算する。この先読みの結果を師の教えと大局観のポイントに加えて、最終的な一手を繰り出すのがAlphaGoのたどり着いた境地である。3つの要素を総合して次の一手を繰り出したAlphaGoはプロ九段より強くなった。師としたあらゆるプロ棋士を超えて「離」の境地に達したと言ってよいだろう。実際、DeepMind社のホームページには、AlphaGoが打った“New Magic Sword”などの新しい定石が掲載されている<sup>3)</sup>。