

# AlphaGoの置き土産

松原 仁（公立はこだて未来大学）

2017年5月に囲碁の世界ランキング1位のカ・ケツ（柯潔）とコンピュータ囲碁のAlphaGoが戦って、AlphaGoが3連勝した。その直後にAlphaGoは自己対戦の50局の棋譜を公開してそれを置き土産に引退を発表した。本稿はその速報である。

コンピュータ囲碁の研究は1960年代に始まった。チェスや将棋はミニマックス法（とその改良アルゴリズムであるアルファベータ法）という探索手法で対応できたが、囲碁は探索空間が $10^{360}$ とけた違いに広い（チェスが $10^{120}$ で将棋が $10^{220}$ ）ためにそれではうまく対応できなかった。さまざまなアイデアが試みられたものの、2000年代まではかなり弱くアマの初段程度にとどまっていた。2000年代の半ばに統計手法のモンテカルロ法を応用したモンテカルロ木探索の手法が提案されてこれがブレークスルーになった。2015年の時点ではアマ高段者のレベルに達してトップレベルのプロ棋士とは3子程度の差になっていた（最初に盤面に石を3個置かせてもらうというハンディである）。かなり強くはなっていたものの、将棋のようにトップレベルのプロ棋士に勝つまでにはまだ10年程度かかるとされていた<sup>1)</sup>。

2016年1月のNatureの論文でGoogleの子会社であるDeepMindが、AlphaGoがプロ2段と対戦して5戦全勝したことを発表して大きなニュースになった。ハンディなしの互先でコンピュータ囲碁がプロ棋士に勝ったのは初めてのことであった。AlphaGoは最近注目されている深層学習（ディープ・ラーニング）、モンテカルロ木探索、および強化学習（コンピュータ同士の対局で強くする従来からある機械学習の手法の1つ）の3つの技術をうまく組み合わせている。深層学習を加速させるため

に高性能のコンピュータ（GPU（Graphic Processing Unit）という従来はグラフィック用のもの）を使っている。プロに勝ったとはいえ2段相手（プロは初段から9段までで2段は下から2つめである）だったのでトップクラスにはまだ勝てないと思われていたが、2016年3月に韓国のイ・セドルに4勝1敗と圧勝した。イ・セドルはかつての世界チャンピオンで当時も世界ランキング4位であった。トップクラスのプロに勝ったことでさらに大きなニュースになった。これで事実上囲碁においてコンピュータの実力が人間を超えたと言えるが、世界ランキング1位の中国のカ・ケツとは対局していなかったため、その対局が熱望されていた。2017年5月にその対局が実現してAlphaGoが圧勝したのである（イ・セドルに勝った1年前よりAlphaGoはさらに強くなっていた）。今回の結果は人工知能関係者および囲碁関係者にとっては想定内の結果であった。カ・ケツが勝てると思っていた人はほとんどいなかったであろう。早碁（持ち時間が短い対局）ではあったが2016年末から2017年頭にかけてAlphaGo（Masterと名乗っていた）がカ・ケツに連勝していたからである。今回の対局ではカ・ケツが善戦したという感想が多かった（途中まで良い勝負をしていた）。人間のトップはコンピュータ相手に善戦したが最後は負けてしまったということで、両者の間に歴然とした力の差があることが改めて確認された。今回の対戦で囲碁でもコンピュータが人間を追い越したことが明らかになった。

AlphaGoは人間の真似をした手を正確に打つのではなく、人間が思ってもみなかった独自の手を打つようになっている。人間相手の対局でもそのことは分かっていたが、さらにはっきりしたの

が AlphaGo 同士の自己対局である。DeepMind はカ・ケツ戦の勝利のあとに AlphaGo と AlphaGo が対局した 50 局の棋譜を公開した。AlphaGo のカ・ケツ戦の勝利は囲碁関係者にとって想定内であったが、この棋譜は大きな衝撃を与えた。人間の打ち方とまったく違っていたからである（囲碁をご存知の方はぜひ DeepMind の Web ページ<sup>☆1</sup> にアクセスしてこれらの棋譜を鑑賞していただきたい）。囲碁ではいろいろな場所で小さな戦いが起きる。人間は部分的な戦いの 1 つにそれなりに決着をつけてからほかの戦いに移るのであるが、AlphaGo は同時にたくさんの戦いを進めてまったく気にしない。これまでの囲碁の常識は我々人間に限られた情報処理能力の範囲で得た限定的なものであったことが示されたのである。あるプロ棋士は「同じルールなのに AlphaGo は違うゲームをプレイしているようだ」と表現している。

コンピュータ囲碁に詳しいプロ棋士の大橋拓文 6 段は AlphaGo の自己対戦の棋譜から以下の特徴を指摘している（囲碁の専門用語が出てくることをご容赦願いたい）。

- ① 星に対しては早々に三々入りが多い。
- ② 石を安定させるためのヒラキがほとんど見られない。
- ③ 序盤から石をすぐくっつける。

このうち①の例が図-1 である。星というのは隅から 44 のところ（黒 1 や白 2 など）を指している。三々というのは隅から 33 のところである。この対局では 7 手目に黒が三々に打っている。人間の常識にはない手である。ちなみに AlphaGo は現在の囲碁のルール（7 目半のハンディを後手の白に与えるもの）では後手の白がかなり有利と判断している。実際に

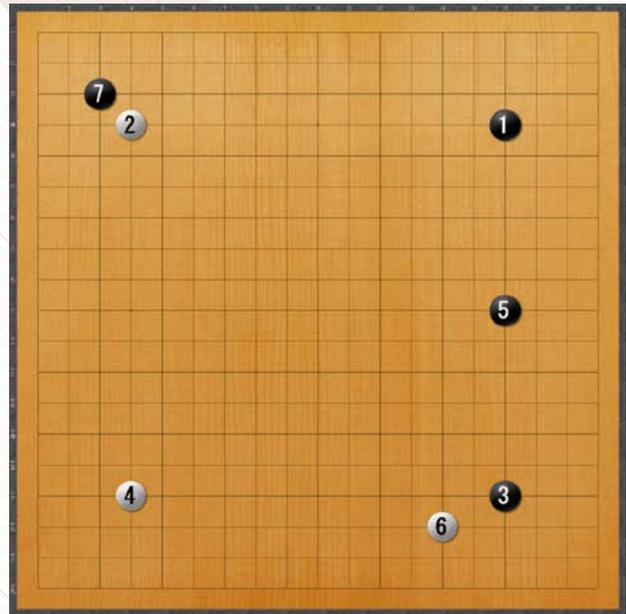


図-1 AlphaGo（黒）対 AlphaGo（白）46 局 7 手目まで

自己対戦では白勝ちが多い。

AlphaGo は人間を超えたことをトップ棋士に勝つことおよびこれまでの囲碁の常識を覆す棋譜を残すことによって証明した。近く 2016 年 1 月に出た Nature の論文以来の論文が発表される予定のことなので、それを読めばどういう工夫によってさらに強くなったのかが分かるであろう。楽しみである。またプロ棋士は AlphaGo の棋譜を研究することによって自分たちがさらに強くなるために頑張っている。これが人間と人工知能のあるべき協調作業の良い例となってくれることを期待している。

#### 参考文献

- 1) 松原 仁：コンピュータ囲碁の進歩，ロボット学会誌，Vol.35, No.3, pp.191-194 (2017).

(2017 年 6 月 15 日受付)

松原 仁 (正会員) matsubar@fun.ac.jp

1986 年東京大学工学系研究科情報工学専攻博士課程修了。工学博士。同年通産省工技院電子技術総合研究所（現産業技術総合研究所）入所。2000 年公立はこだて未来大学教授。2016 年同大副理事長。人工知能、ゲーム情報学などに興味を持つ。コンピュータ囲碁フォーラム会長。

<sup>☆1</sup> <https://deepmind.com/research/alphago/alphago-vs-alphago-self-play-games/>

