

# 「人工知能」が導く棋界の進化

～「シンギュラリティ」（技術的特異点）に対する「受容」と「焦燥」～

植田 康孝\*・菊池 修登\*\*

## 要 旨

世界的な人工知能研究者のレイ・カーツワイルは、人工知能が人間の情報処理能力を上回る特異点「シンギュラリティ」に至ると、人間生活は後戻りできないほど変容する、と指摘する。現時点で、人工知能の脅威を間近に感じるところで生活している人は少ない。2030年と推定される「シンギュラリティ」が到来すると、私たち一人一人今の将棋界のトップ棋士のように失職リスクやアイデンティティについて嫌でも考えさせられるようになる。本稿は、そのような近未来の私達の状況を先取りした将棋界について考察する。将棋に限らず、人工知能があらゆる分野で人間を凌駕する時代（「シンギュラリティ」と呼ぶ技術的特異点）になり、私たち人間は、人工知能の存在をどう受け止めれば良いのか。それは、翻って人間の本質、存在意義を問う問題でもある。「SFだけの話だろう」と疑う一方で、オセロ、チェスから将棋へ、今や囲碁まで、コンピュータがプロ棋士に勝つ現実が生まれている。人工知能の発達は留まるところを知らず、いつ誰が、現在の棋士が置かれているような状況に立たされるとも限らない。将棋界がヒントになることもあるはずである。

「人工知能」とは何か。「人間の知能とは何か？」が研究されていないため、「人工知能」に関する明確な定義はない。人工知能を研究する開発者は人間のような知性を持った人工物（コンピュータ）を作ることを目指している。「人工知能研究者は常に出来ないことに取り組んでいる」という「命題」は正しい。「人間に出来て機械に出来ないこと」を機械に出来るようにする研究が「人工知能」である。そのため、「機械に出来るようになったこと」は「人工知能」の定義から抜けて行く。コンパイラ、数式処理、オートコンプリート、かな漢字変換などは、かつて「人工知能」であったが、現在は「人工知能」とは呼ばれない。「人工知能がトップ棋士より強くなった」ということになれば、「将棋」と「囲碁」は「人工知能」の研究テーマから抜けていくことになり、いずれ「人工知能」と呼ばれなくなる。かつて飛行機で、自動操縦と人間の操縦のどちらが信頼できるのかという議論があったが、現在ではほぼすべてが自動操縦で済むようになっていく。いずれ自動車も自動運転になって行くことと予想される。「将棋」で人工知能が人間と対局する「電王戦」において、人工知能が人間の能力を上回る「シンギュラリティ」に対し、棋士、ファンの間に「受容」する側面と「焦燥」する側面が両立する。電王戦によって、将棋ファンが増える、新しい棋譜が生まれるなどの「受容」面がもたらされる一方、「チェス」「囲碁」とは異なる精神（作法）の不在や棋士のアイデンティティにつき「焦燥」する面がある。

人工知能が発達しても、人間の聖域として「創造性」が残されると指摘する人が少からずいるが、実は「創造性」においてこそ、人工知能が人間を凌駕する領域であることが、将棋界から分かって来る。バリエーションやコンビネーションを駆使し、これまでトップ棋士が指さなかった新手が次々と生まれている。同様に芸術家たちが手掛けて来なかった独創性の高い音楽や絵画や詩を作ることも人工知能であれば、可能であることが分かって来ている。将来的には美的センスを理解し創造する人工知能が出現することは間違いない。むしろ、人間の感性の幅が狭いため、人工知能による独創的な作品を受け入れられかどうかの方が課題となる。ヒトは自らの学名を傲慢にもホモ・サピエンス（賢明なヒト）と名付けたが、ホモ・スタルタス（愚かなヒト）になる瞬間である。

**キーワード：**完全情報、ゼロ和ゲーム、評価値、深層学習、モンテカルロ法、フレーム問題、ソフト指し、3月のライオン、聖の青春、月下の棋士、ポーカー

2016年11月30日受付

\* 江戸川大学 マス・コミュニケーション学科教授 計量経済学、国際情報通信学（博士）

\*\* 江戸川大学 マス・コミュニケーション学科学部生（植田ゼミ第9期生） スマートメディア論

## 1. 「人工知能将棋」とは

人工知能の目標は、(1) 人工物（コンピュータやロボット）に人間のような知能を持たせること、(2) 人工物に知能を持たせる試みを通じて知能に関する知見を得ること、という工学と科学の両方の側面を兼有している。コンピュータ上に人間の知能を再現することが人工知能の最終目標である[松原 13 (1)]。

人工知能は 1950 年前後に研究が始まったが、研究が始まって直ぐに取り上げられたのが、「コンピュータがチェスの世界チャンピオンに勝つ」という目標であった。1997 年、IBM「Deep Blue」は、世界チャンピオンの Kasparov と対戦し、2 勝 1 敗 3 引き分けで勝ち越し、人工知能の研究が始まった当初の目標が達成された。チェスよりもコンピュータにとって難しいゲームが将棋と囲碁である。チェスの後に、人工知能の目標になったのは、「コンピュータが将棋や囲碁の世界チャンピオンに勝つ」という目標であった[松原 13 (1)]。

2016 年 3 月、人工知能「AlphaGo（アルファ碁）」（開発者デミズ・ハサビス）が人間の囲碁チャンピオン（イ・セドル 9 段）に 5 番勝負を挑み、立て続けに勝利した。イ・セドル 9 段は囲碁世界タイトルに 18 回優勝するなど「囲碁界の魔王」と呼ばれた棋士である。チェスを初めとする様々な「二人完全情報確定ゼロ和ゲーム」の中でも、囲碁は世界でも最高度に複雑なゲームとされ、チェスと比べて可能な局面数が桁違いに多い。まず 2 人で戦うゲームである。麻雀、花札、トランプ「人狼」ゲームなどと異なり、相手のデータも全部見ることが出来る「完全情報」下で行われるゲームである。

「完全情報」とは、ゲームの全情報がプレイヤーから見えているゲームを指す。将棋、チェス、囲碁、チェッカー、バックギャモンなどがこの分類に属する[三宅・山川 16]。サイコロなどを使わず、行為がその通り反映する確定的ゲームである。両方勝ちとか両方負けとかなないゼロ和である。

表 1 のように、ボード・ゲームでは出現し得る局面の数が多くなればなるほど難易度が増し、人工知能が人間に追い抜く「シンギラリティ」に到達するまでの研究時間を要する。将棋では、平均合法手が約 80 手、平均終了手数が 115 手であるため、 $80^{115} = 100^{218}$  となる[伊藤・松原 13]。

表 1 ボード・ゲームで出現し得る局面数

| ゲーム   | 可能な局面数     |
|-------|------------|
| チェッカー | 10 の 30 乗  |
| オセロ   | 10 の 60 乗  |
| チェス   | 10 の 130 乗 |
| 将棋    | 10 の 220 乗 |
| 囲碁    | 10 の 360 乗 |

【出典】伊藤・松原（2013）

将棋を上回る局面数を持つ囲碁の対局である、アルファ碁とイ・セドル 9 段の対局についても、対局寸前までイ・セドル 9 段が勝つ、と囲碁、人工知能双方に関わる大方の専門家が予想していた。アルファ碁が世界でトップ級の棋士を破った事件は、人工知能研究者のみならず多くの人に衝撃を与えた。表 1 に示す通り、囲碁はチェスや将棋と比べて戦略が複雑であり、「人工知能が勝つのは難しい」と広く認識されていたからである。囲碁は駒に個性がない（白と黒しかない）、評価関数の拠り所は位置以外にないが、候補手の多さ（表 1）から、局面を評価することは困難である[三宅・森川 16]。

「Wired（ワイアード）」誌が、人間の囲碁チャンピオンにコンピュータが勝つのは 10 年以上先だろうと予測してから、まだ僅か 2 年しか経っていない。これまでもコンピュータがチェスやクイズ番組で人間のチャンピオンを下したことはあったが、囲碁はその奥深さや局面の数の多さから、人間の優位があと 10 年は続くと思われた分野であった。最大の驚きは、人工知能が人間に勝ったこと自体ではなく、専門家の多くはまだ 10 年要すると予想していたことが既に起きてしまったことにある。10 年先のことが 2 年間で起きてしまうほどまでに、人工知能の進化スピードは凄ま

表2 人間とコンピュータの戦歴

| 種目  | 戦歴                                     |
|-----|--|
| チェス | 1997年アメリカIBMの「ディープ・ブルー」が世界チャンピオンに勝ち越し  |
| オセロ | 1997年「ロジステロ」が世界チャンピオンに6戦全勝             |
| クイズ | 2011年アメリカIBM「ワトソン」が米人気クイズ番組歴代チャンピオンに勝利 |
| 将棋  | 2013年「Ponanza」がプロ棋士に平手で勝利              |
| 囲碁  | 2015年グーグル「AlphaGo」がプロ棋士に勝利             |

【出典】シルバースタージャパン(2016)

じい段階に達している。

このような人工知能の想定外の進化を可能にしているのが「深層学習 (Deep Learning)」技術である。深層学習の技術進歩により、今まで難しかった問題が解決しつつある。ニューラルネットのアルゴリズム、ビッグデータ、計算機パワーの3つの技術進化が揃ったことに拠り、必ずしも万能ではないが、画像認識能力では人間を凌駕するものも出現している。「アルファ碁」は、盤面中央をがっさりと取って勝つことが出来るが、同様のことは人間には計算できない。打った場所から周辺部を固めていくことになるが、アルファ碁は人間が見えない先まで読むことが出来ている。

将棋の電王戦でも序盤でコンピュータが間違ったと解説者が思っても、今やそれが定跡となりつつある。人工知能が人間では分からないことを発見することは、囲碁や将棋以外にも十分にあり得る。人工知能が多くの分野で人間の能力を超えるようになると、最後に人間が人工知能を上回る領域は「創造性」であると期待を持って指摘されるが、実際には人工知能の創造性が人間のそれを上回り、人間が思いもつかなかった新しい指し手を創造する。「アルファ碁」は、「深層学習」に加え、自分で考えて対応する「強化学習」が用いられる。つまり、「アルファ碁」は、その局面、局面で、自分で判断して打ち手を決めていた。解説者のキム・ソンヨン9段も、その打ち筋について、「今まで見て来た手の中で一番衝撃的な手」「韓国、日本、中国のプロ棋士130人全員を調査しても、誰一人としてあの手を打たなかっただろう」と語っている[本田16]。「アルファ碁」の凄い点は、「自己学習」できることにある。「アルファ碁」は、

一つのコンピュータの中で二つのプログラムを走らせている。そして互いに対局しながら、凄いスピードで学習を行い、進化を続けている。

「アルファ碁」は事前に入力された数百万例にも上る過去の棋譜データを「機械学習」し、そこから「どのようなパターンの時は自陣が優勢、あるいは劣勢か」を判断することが出来る。実戦では、盤面に描き出される白黒パターンを、少しでも自陣優勢の方向へと変化させるように打つ。人間との対局ではプロ棋士から見ると悪い手を繰り返しても、勝利を収めたが、人間の経験や勘に基づく分析とは異なる手法で戦略を編み出したことに勝因がある。プロ同士の膨大な対局データを解析し、局面ごとにどう打つと勝てるのかを自力で見つけ出した。更に、「強化学習」(Enforcement Learning)を採り入れ、人工知能同士で対局を繰り返すことにより、棋力を一気に向上させた。アルファ碁は、2秒で1回対局する計算で1日3,000対局を打ち、日中韓のプロ棋士たちが1年間で打った局数全部を2、3日で行なった。半年間で人間の6,000年分を打っているという指摘もある。「アルファ碁」の強みは、「深層学習」と「強化学習」を組み合わせた点にある。

「深層学習」(Deep Learning)は、2010年代に入ってから急速に注目されている低次元手法であり、主にパターン認識のための特徴ベクトル抽出に用いられている。音声認識や画像認識で非常に高い性能を出すことに貢献している[谷口14]。

人間が試行錯誤で囲碁や将棋の学習を行う場合、必ずしも正しい答えを教えてもらえない。例えば、囲碁や将棋の練習をする時、相手に勝った

かどうかを観測することが出来るが、どういう手を打つべきであったかどうか（正解）は教えてもらうことが出来ない。このように、行動に対する時間遅れを含んだ事後的な評価に基づいて行う学習は「強化学習（Enforcement Learning）」と呼ばれ、この「評価値」のことを「強化学習」では「報酬」と呼ぶ〔谷口14〕。将棋ソフトは、一手ごとに「評価値」を示し、その数値の大小によって局面での有利、不利を確認することが出来る。

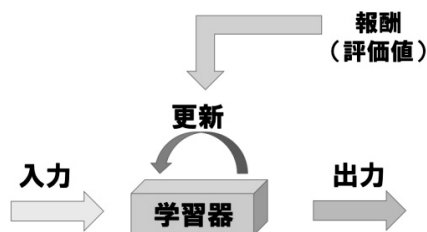


図1 「強化学習」(Enforcement Learning)

表3 コンピュータ囲碁・将棋のブレイクスルー

| ブレイクスルー    | 内容   |
|------------|--|
| 第1のブレイクスルー | 「モンテカルロ法」が登場した。急激に棋力の向上が見られたが、それでもプロ棋士に勝つためには10年以上を要すると言われた。 |
| 新たなブレイクスルー | 「深層学習」(Deep Learning)が登場した。アルファ碁がプロ棋士に勝利する等、飛躍的に進歩を遂げる。      |

〔出典〕シルバースタージャパン（2016）

## 2. 「人工知能」対「人間」の歴史

将棋において、人工知能で用いられるアルゴリズムは、スコアリング、得点（評価値）の付け方が極めて重要であり、想定される自分と対局相手の「手」を効率的に探索すること、そして何手先まで読めるかが重要となる〔松尾・塩野16〕。

将棋には、相手に王手を指されたら逃げるとい

うルールがあり、将棋プログラムを作る場合、最初に思い付くルールである。次に、相手の駒が「王」の周囲に来たら逃げる、王手はされなくても、近寄って来たら逃げる、というルールをプログラミングする。駒数は相手が少なく自分は多い方が良かったため、相手の駒が取れる時には取る。「飛車」や「角」は大事な駒であるため、「歩」は取られても良いが、「飛車」と「角」は守る。相手の大事な駒は取る。そして、現在の盤面は自分がどれくらい有利か不利かを「スコアリング」、つまり「評価値」で表す。例えば、自分が持っている駒数から相手の駒数を差し引く。そこに「飛車」や「角」が含まれていたら、3倍に換算する計算を行う。あるいは「王」の周りにある相手の駒の位置を見て、距離が近ければマイナスする工夫を行い、盤面のスコアを計算する。そして、三手先まで、自分と相手の手を想定して、すべての自分のパターンを作り出し、それぞれのスコア（評価値）を算出する〔松尾・塩野16〕。

コンピュータ将棋は、もっぱらプロ棋士の棋譜から「機械学習」によって、評価関数を作っている。評価関数とは、形成判断、つまり局面の有利・不利を数値に変換できる部分である。もし、この関数が正確であれば、コンピュータは1手を読むだけで最強となるが、そのような究極の関数は存在しないため、どこまで正確に近似できるか、が重要となる。将棋では、「駒の損得」「駒の働き」「王の安全さ」の3つが「評価値」を決める大きな「評価要素」となる〔山下12〕。人工知能に読み込ませるビッグデータがプロ棋士の過去の棋譜であるということを鑑みれば、出来た評価関数は過去を反映したものに過ぎない。

しかし、最近のコンピュータ将棋は未知の局面（学習にはなかった局面）でプロ棋士が高く評価する「新手」を「創造」している〔松原14〕。コンピュータ将棋に革命をもたらしたのが「ボナンザ」である。「ボナンザ」はチェスのように将棋でも全幅探索（力任せ方式）を行う。また、数千万から億の単位のパラメータを用意して、「機械学習」により、その値を学習させて評価学習を自動生成する結果として、「ボナンザ」は従来の常



識を覆す手を指すことが出来るようになった〔松原 13(1)〕。第2回電王戦でコンピュータの「GPS 将棋」が三浦 8 段相手に初めて指した「8 四銀」はプロ棋士たちが思い付かなかった新手であったが、その後、プロ棋士の間での定跡となった。あるいは第5局「三浦弘行 8 段対 GPS 将棋」の中で「GPS 将棋」が仕掛けた奇妙な手「7 五歩」を見て、控室で戦況を見守っていた棋士たちは「これで三浦 8 段が有利になった」と安堵したが、実際に駒を進めて確認するうちに、話は簡単ではないことが分かって来た〔小林 15〕。2013 年の名

人戦で羽生三冠相手に森内名人が指した「3 七銀」はコンピュータ将棋の「ボナンザ」が指した手を森内名人が知って真似たものである。人工知能将棋は明らかに、人間が思いつかない新手を「創造」することが出来るようになっている〔松原 14〕。

2013 年、人工知能の将棋ソフトである「ボナンザ」は、人間との対局で新手「3 七銀」を指した。1 か月後に行われた人間同士の対局「2013 年第 71 期名人戦第 5 局」において、1 ヶ月前に人工知能が指した手「3 七銀」を後手の人間（森内俊之

表 4 人工知能将棋の歴史

|        | 内容  |
|--------|---|
| 1974 年 | 瀧澤武信らの研究グループによりコンピュータ将棋の開発が開始された  |
| 1984 年 | 瀧澤のソフトが窪田義行小学生名人（当時）と対戦、5 級と認定された   |
| 1986 年 | 小谷義行、瀧澤武信らが「将棋プログラムの会」を発足した。  |
| 1987 年 | 「将棋プログラムの会」が「コンピュータ将棋協会」に改名された  |
| 1987 年 | PC 上で動くコンピュータ将棋ソフトが発売される  |
| 1990 年 | 第 1 回コンピュータ将棋選手権が開催された  |
| 1995 年 | 最強のソフトがアマ初段に到達した  |
| 1997 年 | コンピュータ将棋選手権上位ソフトがアマ 2 段に到達、以後 2 年に 1 段ずつ評価が上がり、2003 年にアマ 5 段に到達した                       |
| 2002 年 | 鶴岡慶雅が「激指」を用いて優勝した   |
| 2005 年 | 「激指」がアマ竜王戦で全国大会ベスト 16 に入った  |
| 2005 年 | 北陸先端科学技術大学院大の橋本剛が開発した「TACOS」が橋本崇載 8 段と平手で対戦、善戦した。結果、日本将棋連盟、プロ棋士が公式の場でコンピュータと対戦することを禁止した |
| 2006 年 | 保木邦仁が「Bonanza」を用いて優勝した  |
| 2007 年 | 「Bonanza」が渡辺明竜王と平手で対戦、善戦した  |
| 2008 年 | 短い持ち時間の試合で「激指」、「棚瀬将棋」がアマトップに勝利した  |
| 2008 年 | 1 時間の持ち時間（切れたら 1 分の秒読み）の試合で「激指」がアマトップに勝利した  |
| 2009 年 | 小幡拓弥が「Bonanza」で 3 位入賞した   |
| 2009 年 | 1 時間の持ち時間（切れたら 30 秒の秒読み）の対局で「GPS 将棋」がアマトップに勝利した   |
| 2010 年 | 「GPS 将棋」が 3 位入賞した   |
| 2010 年 | コンピュータ将棋システム「あから 2010」が清水市代女流王将に勝利した  |
| 2012 年 | 3 時間の持ち時間（1 分未満切り捨て）で伊藤英紀が開発した「ボンクラーズ」が日本将棋連盟会長の米長邦雄永世棋聖に勝利した                           |
| 2013 年 | 「第 2 回将棋電王戦」で「GPS 将棋」が三浦弘之 8 段に勝利した   |
| 2014 年 | 「第 3 回将棋電王戦」で「Ponanza」が屋敷伸之 9 段に勝利した  |
| 2015 年 | 「将棋電王戦 FINAL」で「AWAKE」が阿久津主悦 8 段に勝利した  |
| 2016 年 | 「第 1 期電王戦」で「Bonanza」が山崎隆之 8 段に勝利した  |
| 2016 年 | 羽生善治 3 冠（王座、王位、棋聖）が「第 2 期叡王戦」に参戦した（準決勝で敗退）  |
| 2016 年 | ソフト指しを理由に三浦弘之 9 段が出場停止処分→不正はないと判明（谷川会長が辞任）  |
| 2017 年 | 「第 2 期電王戦」で佐藤彦彦名人が「Ponanza」と対戦した  |

【出典】コンピュータ将棋協会（2012）を筆者が加筆修正

名人) が勉強して指すことを行った。負けた先手の羽生善治はインタビューに対して「この新手を知りませんでした」とコメントした。このように、人工知能は今や第一人者である羽生善治3冠を脅かす新手を考案する水準に到達しているが、コンピュータ将棋は1974年11月から開発が始まったが、当初はすこぶる弱く、アマチュア初段の実力があれば、6枚落ち(飛車、角行、桂馬、香車を除くハンディキャップ)でも楽々勝てるレベルにしかなかった[コンピュータ将棋協会12]。

コンピュータチェスの研究が1950年前後に始まったのに対して、コンピュータ将棋の研究が始まったのは1970年代になって以降である。コンピュータ将棋の研究がチェスよりも時間的に遅れた理由は、将棋がチェスよりもコンピュータにとっては難しかったこと、将棋の対局が主に行われている日本ではかつてゲームを研究対象にし難かったことが挙げられる[松原13(1)]。1980年代には市販のプログラムも出現したが、実力はまだ初級者レベルに留まっていた。1990年からコンピュータ将棋協会の主催でコンピュータ同士が対戦する大会が始まった。1990年代半ばになってようやくアマチュアの有段者の実力に達し、それからほぼ順調に2年に1段程度の割合で強くなって来ている。2000年代に入ると、アマチュアの高段者に迫るまでになって来た[松原13(1)]。その後の進化速度は急となったのは、特に2005年の「激指(げきさし)」, 2006年の「Bonanza(ボナンザ)」の登場以降である。「激指」はアマチュアの日本一を決める「アマ竜王戦」に特別出場し、予選を突破してベスト16に入った[松原13(1)]。

以前の将棋ソフトで用いられていた人工知能「機械学習」は、人間のビッグデータ(過去に人間が指した棋譜)から学習していたが、既にコンピュータの方が人間(棋士)より強くなっているため、人工知能には人間(棋士)のデータは余り参考にならない。コンピュータは「人間(棋士)の手はミスが多いのではないかと指摘する。そのため、現在はコンピュータ同士が24時間延々と指し、新手を学習するようになる。コンピュータ同士が戦うサイトがインターネット上に公開さ

表5 プロと将棋ソフトの主な対戦

|       | 棋士(肩書は当時)   | プロ側の結果       |
|-------|-------------|--------------|
| 2007年 | 渡辺明竜王       | ○            |
| 2010年 | 清水市代女流王将    | ×            |
| 2012年 | 米長邦雄永世棋聖    | ×            |
| 2013年 | 三浦弘行八段ら5人   | 1勝3敗1持(引き分け) |
| 2014年 | 屋敷伸之九段ら5人   | 1勝4敗         |
| 2015年 | 阿久津主税八段ら5人  | 3勝2敗         |
| 2016年 | イ・セドル9段(囲碁) | 1勝4敗         |
|       | 山崎隆之八段      | 0勝2敗         |

【出典】2016年5月30日付け日本経済新聞夕刊14面  
れ、特定のファンが付くようになった。プロ棋士もこのサイトを見て学習している。

最初にプロ棋士とコンピュータが平手で対戦したのは、2007年3月22日の「大和証券杯 特別対局」における、「渡辺明竜王」対「Bonanza」戦である。渡辺明竜王が勝利したが、ソフトの実力がプロ棋士の背後まで迫っていることが明らかになった[大川16]。2010年10月11日、東京大学工学部(工学部2号館)で行われた、清水市代女流王将と人工知能将棋「あから2010」の対局で、「あから2010」が86手で勝利した。コンピュータがプロ棋士に勝った初勝利であった。双方持ち時間3時間(時間が切れたら1手1分)という条件であった。

2013年、A級棋士の三浦弘行8段(現9段)が約670台のパソコンをつないだ将棋ソフト「GPS将棋」に負けたことが大きな衝撃となった。コンピュータ(GPS将棋)がそれまでになかった新しい定跡を発明したと話題になった[松原13(1)]。一般的には、この時点で、「人工知能が人間(トップ棋士)を上回った」と言われる。2015年「将棋電王戦FINAL」では、プロ棋士が勝利したが、勝因は棋士側の「反則勝ち」や「バグ勝ち」にあった。この時点で、まともに人工知能と対戦すると、棋士は人工知能に勝てない時代に突入した。そのため、対局に際し、人間側は人工知能に様々な制約を課す。特に、2015年の対局で設定されたルールは人工知能側に非常に厳しいものであった。事前に決められた制約には大き

く2つのルールがあったが、「ルール1」は、パソコン1台のみ（清水市代女流王将に勝った時には、1,000台をつないだ）に限定されるというものであり、「ルール2」は、数か月前にソフトを固定してプロ棋士に貸し出し、その後のソフト変更は許されない、というものであった。結果、プロ棋士は、人工知能と対局する前の数か月間に何回も借りたソフトを自宅で試行し、バグを見つけ出した。結果、阿久津8段と人工知能「AWAKE」との対局において、1時間も経たずに阿久津8段が勝利する。

「ルール1」のパソコン1台のみという制限は、クラスタリングを禁止するものである。クラスタリングとは、多数のパソコンを並列接続して事実上の「スーパーコンピュータ」のような超高速コンピュータを実現する手法であり、現在のインターネット技術では当たり前に使われている。「深層学習」では、巨大な行列計算が必要であり、膨大な計算時間を要するため、クラスタリングを必要とするが、電王戦では、このクラスタリングを禁止して、将棋ソフトが搭載されるのは原則として1つのパソコンに限定した。一方、マシン同士が戦う「世界コンピュータ将棋選手権」では、クラスタリングは原則、自由となっている[小林15]。

2016年の「第1期電王戦」では、「5対5」の団体戦から「1対1」で戦う形式へと変更された。最強ソフトとの対決を掛けて人間同士が競う「叡王戦」が始まり、「叡王戦」で優勝した棋士と「電王トーナメント」で優勝した将棋ソフトが対戦する形式である。「叡王戦」は段位ごとに予選を行い、勝ち抜いた棋士と前期チャンピオンの16名でトーナメントを争う。本戦への枠は9段が5人、8段が3人、7段、6段、5段が2人、4段が1人と、段位が下がるにつれて門が狭くなって行く。「叡王戦」は対局料が高く、「ニコニコ生放送」の中継があるため、どの棋士も気合が入る。日本将棋連盟会長の谷川浩司17世名人は、変更之际、「トップ棋士の頭脳とコンピュータが協力して最高峰の棋譜を作り出したい」と表明した。2016年、将棋ソフト代表「ボナンザ」が初代叡王の山崎隆

之8段に連勝、対局は終了した。棋士の電王戦の戦績は、全体として5勝12敗（1分け）となったが、特に「ボナンザ」は棋士に対して5戦無敗との戦績を誇っている。実力者の山崎隆之8段の敗戦により、将棋ソフトは棋士と同等以上に強くなったと評価される。

背景には、人工知能の急速な進化がある。将棋よりも難しいとされていた囲碁では、2016年3月にイ・セドル9段が完敗した。将棋ソフトは自ら「機械学習」するため、なぜこの手を指せたのか、開発者も分からない。途轍もないスピードで進化し続けるコンピュータに対し、第一人者である羽生善治3冠（王座、王位、棋聖）でさえ負ける可能性は高い。

羽生善治3冠は1996年に史上初の7大タイトル独占を達成し、タイトル獲得回数は94回で歴代1位の記録を更新中であり、名人位を失っても、なお王座、王位、棋聖の3冠を保持し、「史上最強」との呼び声が高い。実績で群を抜く羽生3冠と最強ソフトの戦いが実現すれば、多くの注目を集めることになる。2016年5月、羽生善治は、最強のコンピュータ将棋と対戦するプロ棋士を決める「第2期叡王戦」に初参戦することを表明した。「叡王戦」はエントリー制であるため、羽生は2015年の「第1期叡王戦」は不参加だった。羽生は、多くの犠牲を払ってまで臨む理由として、「負けた時の周囲の反応は、当然大きいだろうなとも思っています。ただこれ、将棋の手を決めるのと同じようなところがあるんですよ。この先どういう局面になるか分からないけど、とりあえず、先に手を選ばなきゃいけないという。正しいのか、メリットがあるのか、やってみないと分からない」と言及した。

羽生善治3冠は9段予選に参加して、塚田泰明9段、屋敷伸之9段に連勝して本戦入りを決めた。タイトルを持っても段位の肩書で扱われることが「叡王戦」の特徴であり、「羽生善治9段」という表記は将棋ファンに新鮮に映った。16人による決勝トーナメントの結果、「第2期叡王戦」は、決勝で佐藤天彦名人が千田翔太5段に2連勝で優勝し、2017年春に行われる「第2期電王戦」

で将棋ソフト（Ponanza）と対局することになった。2016年、羽生善治3冠から名人位を奪取した佐藤天彦新名人は、「叡王戦」準決勝でも羽生善治3冠（王座、王位、棋聖）を184手で破った。実現すれば、「世紀の一戦」となったであろう、羽生3冠対将棋ソフトの対局はお預けとなった。落胆や安堵といった様々な感情を将棋ファンは抱いたが、名人交代が「一つの区切り」であったことを再認識する結果になった。羽生3冠が2017年、名人位を取り返すのではないかという羽生信者の意見も強かったが、その可能性が低いことを示した。羽生3冠は古い将棋界を一人で変えた「天才」であったが、佐藤新名人もまた天賦の才に恵まれ、将棋ソフトによって強くなった「超一流棋士」である。「叡王戦」決勝で負けた千田翔太5段（1994年生まれ）は「コンピュータを使って棋力を向上する」「ソフトを使えば、より強くなれる」と言い、早くから将棋ソフトを研究に使っていることを公言している棋士でもある。

名人というタイトル保持者が将棋ソフトと対局するのは、2007年に渡辺明竜王が勝利して以来、10年ぶりになる。佐藤名人は「これまでの電王戦を見てもソフトが非常に強いので大変な戦いになる。しっかり頑張りたい」と言及した。

### 3. 人工知能将棋

#### 3.1 「将棋プログラム」

棋士を支えて来たメインスポンサーである新聞社が経営的に非常に厳しい状況となり、人工知能全盛時代には、現在の「名人戦」という枠組みを基本とした現在のプロ制度は変化せざるを得ない。例えば、将棋のタイトル戦の大半は新聞社がスポンサーになることで成立して来た。名人戦は毎日・朝日の共催、王将戦はスポニチ・毎日の共催、竜王戦が読売、王座戦が日経、棋聖戦が産経の主催である<sup>(1)</sup>。将棋が国民的な娯楽であった時代、新聞社は自社がタイトル戦の結果を掲載することにより、権威を示した。

しかし、興行面から考えれば、もはや将棋ソフト抜きでは成立することが出来ない状況にある。

現在の新聞で将棋に関する記事は、興味がなければ気づかないほどの小さな囲み記事である場合が大半になっている。かつては7大タイトルの観戦記に拠り新聞販売部数を増やした時期があったが、インターネットの普及により新聞離れが急速に進展し、新聞社が経営的に厳しい状況にあることは衆知である。棋戦の結果についてもインターネットで確認できるようになっている。古くからの関係性があり、固定ファンも存在するため、新聞社は棋戦のスポンサーを継続しているが、今後はどうなるか分からない[橋本16]。衰退する新聞社に代替する形で、ニコニコ動画を運営するドワンゴがスポンサーとなり、将棋ソフトと棋士を戦わせるイベントを開催したことが、棋士と将棋ソフトが交わるようになった大きな理由である[大川16]。実際、電王戦は多くの注目を集め、将棋界も潤い、興行として成功を収めている。今や将棋界にとって、将棋ソフトは興行面から不可欠の存在となった。

トップ棋士達が将棋ソフトを好きか嫌いに関わらず、既に将棋界全体が将棋ソフトに大きく影響される。現在、主な人工知能将棋プログラムとしては、表6が示すソフトがある。これらのプログラムが「電王トーナメント」で戦い、優勝したソフトが、「叡王戦」優勝者である棋士と「電王戦」で戦う。

筆者（植田）が調査したところ、人工知能将棋プログラムの販売価格は、表7の通りである。「深層学習（Deep Learning法）」は「モンテカルロ法」に比べて多額の予算を必要とすることが分かる。「アルファ碁」で用いられた「深層学習法」は現時点では将棋では開発されていないため、「モンテカルロ法」が採用されている。将棋の「深層学習法」が開発された場合、更に強くなると推察される。例えば、「モンテカルロ法」による現状の将棋ソフトは余り「振り飛車」をやらない。「振り飛車」は最善手ではないという判断であるが、「深層学習法」であれば、従来、見つかったいなかった新たな最善手を発見するかもしれない。



表6 主な人工知能将棋プログラム

| プログラム   | 内容  |
|---------|---|
| 劇指      | 正統派の将棋である。ソフト同士の対戦では駒得して受ける能力に長けている。駒得して楽観し一発を食うことが一つの負けパターンである。  |
| Bonanza | 見たこともない新手、特に派手な攻め手順に特徴を持つ。序盤からでも相手に隙ありと見れば飛び掛かって行く。しかし駒損しても攻めが繋がることを優先するため、さすがに無理という手順を指すこともしばしば見受けられる。 |
| GPS 将棋  | 終盤の読みが深く、一瞬現れる敵玉の寄り筋は逃さない。独創的な序盤は時として、大作戦負けを引き起こす。  |
| YSS     | 苦しくなっても辛抱強く戦って勝ちにつながることもしばしばあるが、そのままじり貧に陥ることもしばしば起こる。とにかく序盤を乗り切ることが課題である。                               |

【出典】 コンピュータ将棋協会 (2012)

表7 将棋A I、囲碁A Iの価格

|                 | 項目  | 価格                              |
|-----------------|---|---------------------------------|
| 将棋A I<br>思考エンジン | P Cソフト<br>スマートフォン用<br>アプリ   | 200 万円～<br>180 万円～              |
| 囲碁A I<br>思考エンジン | Deep Learning 対応版<br>(アマ九段相当)<br>モンテカルロ版<br>(アマ七段相当)<br>スマートフォン用<br>アプリ | 1,000 万円～<br>300 万円～<br>300 万円～ |
| 囲碁サーバー          | 1 ライセンス   | 5,000 円～                        |

【出典】 シルバースタージャパン (2016)

「アルファ碁」は、「深層学習法」を搭載しているため、盤上で白と黒の碁石が織りなすパターンを、人間よりも速く的確に認識することが出来る。将棋<sup>(2)</sup>までは一手指した後、どうなるかというパターンすべてを計算してから最善の一手を考えるレベルであったのが、「アルファ碁」は勝負全体を考えながら指すようになった。Ponanzaの開発者、山本一成は「深層学習もやってみたい。それを機械学習に組み込んだら面白そうだな」と語っている。

コンピュータ将棋で用いられる「モンテカルロ法 (Monte Carlo method)」は、確率分布から具体的な値を抽出する「サンプリング (sampling)」の一つに位置付けられる。例えば、ヴァーチャル空間に設計した遊園地の来場者がどのアトラクションに向かうかを乱数で決定し、どのような人の流れになるかを予測するシミュレーションにあたる[三宅・山川 16]。「サンプリング」は、乱数を発生させるサイコロを振って具体的な値を出すことに相当しており、「機械学習」では非常に良く用いられる手法である。確率分布  $P(x)$  から  $i$  番目のサンプル  $x^{(i)}$  を振り出すことを

$$x^{(i)} \sim P(x)$$

と表現する。 $\sim$ は右の確率分布から左のサンプル値を振り出すことを意味する。「モンテカルロ法 (Monte Carlo method)」は、一般的に、確率分布の式を直接扱う代わりに、その確率分布から生成されたサンプル群を確率分布の代用とする手法であり、「期待値」の評価に良く用いられる。(1)

表8 「モンテカルロ法」と「深層学習法」

| 人工知能思考エンジン               | 内容  |
|--------------------------|---|
| 「モンテカルロ法」                | 乱数を用いたシミュレーションを何度も行うことにより近似解を求める計算手法である。解析的に解くことが出来ない問題でも、十分多くの回数シミュレーションを繰り返すことにより、近似的に解を求めることが出来る。しかし、囲碁や将棋では乱数を用いてシミュレーションを行うため、人間らしくない手が増えることや、シミュレーションに多くの時間が掛かることが課題となっている。 |
| 「深層学習 (Deep Learning) 法」 | 機械が学習させた内容を用いてニューラルネットワーク (人の脳神経を模したネットワーク構造) を多層に構築し、その中から価値の高い結果を導き出す方法である。東京大学准教授の松尾豊氏は「AI 研究における 50 年来的ブレイクスルー」と評価した。実際に Google はこの手法を用いたアルファ碁でプロ棋士に勝利を収めた。                   |

【出典】 シルバースタージャパン (2016)

式では、 $N$  個のサンプル値  $x^{(i)}$  ( $i=1,2,\dots,N$ ) を振り出し、その値の平均を求めることで期待値の近似値を得ている。

$$E[x] = \sum_x xP(x) \cong \frac{1}{N} \sum_i x^{(i)} \quad (1)$$

$x^{(i)}$  は確率分布  $P(x)$  からサンプリングされる  $i$  番目のサンプル値である。サイコロで考えれば  $N$  回振った際に  $i$  番目に出る目であると位置付けられる。 $\cong$  は近似を表す記号である。

より一般的に確率変数  $x$  についての関数値  $f(x)$  の期待値を評価する場合には (2) 式の通りになる [谷口 14]。

$$E[f] = \sum_x f(x)P(x) \cong \frac{1}{N} \sum_i f(x^{(i)}) \quad (2)$$

「モンテカルロ法」では、ある手に対する応手を終局までランダムに指し、それを繰り返すことによって得られた勝率を「評価値」とする。「モンテカルロ法」を採用した各種将棋ソフト間の差異は、「ランダムに指す」というところをどれくらい知能化するかにある。あまりに賢くすると意外性のある手を見落とし、乱数のままで指すと計算量が多くなる [三宅・森川 16]。

進化した人工知能は「大局観」と呼ばれる人間ならではの能力に優れていると言われるが、人工知能は大局観を自覚している訳ではない。局面の展開可能性を試行し、勝率の高い手を選ぶようにプログラムされているに過ぎない。その精度が劇的に向上したため、まるで人工知能が大局観を会得したかのように見える。将棋ソフトで培った技術力は今後、人工知能分野で広く応用が効くことが期待される。2016 年 12 月 26 日、バンダイナムコエンターテインメントは、「電王戦」で現役プロ棋士に勝利した将棋ソフト「Ponanza」の開発メンバーを擁し、将棋アプリ「将棋ウォーズ」を手掛けるベンチャー企業「ヒーローズ (Heroz)」と資本提携すると発表した。将棋アプリ「将棋ウォーズ」はダウンロード数が 320 万 (2016 年 10 月現在) となり、大人気となっている [橋本 16]。提携により、バンダイナムコは人工知能を使ってゲームの登場キャラクタを人間のように振る舞わせたり、ゲームプログラムの欠陥を見つけ

たりすることを期待する。

### 3.2 「森田将棋」

初期に開発された人工知能将棋プログラムの代表が「森田将棋」である。1985 年に発売されたファミコンソフト「内藤九段 将棋秘伝」が発売された同年、スタープログラマーであった森田和郎がパソコンソフト「森田将棋」を発売した [大川 16]。「森田将棋」は、ファミリーコンピュータやスーパーファミコンなど様々なプラットフォームで発売され、将棋ゲームの元祖に位置付けられる。多くの棋士に影響を与え、佐藤天彦名人は、「森田将棋」で将棋を覚えた初めての名人であると言われる。

2016 年夏、佐藤天彦 8 段が羽生善治名人を破り、28 歳で名人位に史上 4 番目の若さで就いた。20 代での名人獲得は 16 年ぶりという快挙であった。過去、20 代で名人位を獲得したのは大山康晴 15 世名人や中原誠 16 世名人、羽生善治前名人など数人に限られ、佐藤 8 段は 7 人目になった。名人交代は劇的であり、佐藤新名人が 28 歳であるため、「世代交代」という見方が存在した。鋭い世代交代ではないが、一つの区切りであったことは確かである。佐藤天彦新名人は、1988 年に福岡で生まれ、保育園時代に将棋を覚え、小学校に入学する頃には大人に負けない棋力を誇るようになっていた。佐藤名人が将棋を教わったのは、初期のゲームソフト「森田将棋」からであり、「森田将棋」が生んだ最初の名人である、と言うことが出来る。

佐藤天彦名人は、人工知能との戦いについて

「強いコンピュータが現れて来ていることは事実です。でも、我々の将棋と人工知能の将棋とは、別個の価値観でもって成り立っていると僕は思っているんです。将棋に勝つということには、自分に打ち克つという要素があるじゃないですか。強い相手に気遅れしないとか体調の悪さをカバーするとか、人間ならではのいろんな要素がありつつ勝つからこそ、『勝つことは素晴らしい』という価値観になる。」

「将棋って、昔はもっと広い盤面で、枰目も駒

数もたくさんあって、飛車角どころじゃないべらぼうに強い駒もあった。奪った駒をまた使えるという日本将棋の大きな特徴がない時代もあったんです」「それが形を変えて今のルールに落ち着いた。要するに『人間が面白いと感じられる』方向へと変化し続けてきたんだと思うんです。つまり、難し過ぎないようなバランスをとりつつ変化してきた歴史がある」「一方で、今コンピュータが将棋や囲碁の棋士に勝つというのは、基本的には計算能力の戦いの結果ですよ。人間が楽しめることを目標としてきた将棋とは、そこが大いに違う」「香車が成香になって相手陣地で活躍したり、飛車を取って渡すのが良かったり、それぞれの駒の役割が人間の生き方のように感じられたりもします」などと話している。

### 3.3 「激指」[Bonanza]

「激指」は、「森田将棋」のような市販された人工知能将棋プログラムである。プレイステーション2やニンテンドーDSなど様々なプラットフォームで発売された。

2005年6月に発売された「ボナンザ(Bonanza)」は、評価関数を用いた初めての人工知能将棋プログラムである。この「ボナンザ法」は、評価関数のパラメータ自体を自己学習する方法としてブレイクスルーになった[三宅・山川16]。Bonanzaの開発者、保木邦仁は後にソースコードを公開し、「Bonanza」はオープンソースとなったため、「Bonanza」の評価関数システムを利用した将棋ソフトが多数開発された。Bonanzaの評価関数システムは「ボナンザ・メソッド」と言われ、その後の将棋ソフトの基礎になった。「Bonanza」の特徴は「全幅探索」と「機械学習」にある。「全幅探索」は読みに関する部分で、しらみつぶしにあらゆる手を読む手法である。「Bonanza」が画期的であったのは「機械学習」を採り入れた点である。プロ棋士の棋譜を参考にして、ソフト自身に評価項目の基準を考えさせようとした[大川16]。

以降、将棋ソフトはオープンソースブームとなり、「GPS将棋」「Apery」「技巧」などがオープ

ンソースとして公開されるようになった。例えば、最高峰ソフトの「技巧」は、2016年6月に無料公開された。その後、アンドロイドOSのソフト「ShogiDoroid」が開発された。「Ponanza」もまたこの「Bonanza」に敬意を表し、この名前になった。将棋ソフトの使用疑惑で、「第29期竜王戦」への出場を取り消された三浦弘行9段が使用したと言われるのが、「技巧」である。「技巧」は2016年5月に開催された「世界コンピュータ選手権」で2位に入った。優勝した「Ponanza」に唯一、土を付け、その棋力は日本で10名しかないA級棋士どころか、羽生三冠も上回る棋力を持つという評価がされている。この「技巧」はフリーソフトとしてネット上に公開され、誰でも無料でダウンロードして利用することが出来る。従来はパソコンでしか利用できなかったが、2016年7月からはスマートフォンでも気軽に使えるようになっている。

### 3.4 「将棋電王戦」

将棋電王戦では数多くの将棋ソフトが登場し、プロ棋士と戦った。第1回将棋電王戦では既に引退していた米長邦雄永世棋聖がボンクラーズと対局した。2手目に「6二玉」という定跡にはない手を米長邦雄永世棋聖が指し、コンピュータの混乱を誘ったが、結果、コンピュータの勝利となった。

第2回将棋電王戦からは現役プロ棋士との対局となった。第2局のPonanza対佐藤慎一4段(現5段)で初めて公式の場で現役プロ棋士にコンピュータが勝つことになった。結果は1勝3敗1引き分けとなり、将棋ソフトの強さを見せ付けた。

第1回将棋電王戦、第2回将棋電王戦ともにコンピュータに電力以外の制限を設けていなかったため、「GPS将棋」のようなコンピュータクラスタを用いたタイプも使われ、1対1の構図としては相応しくないものもあった。結果、第3回将棋電王戦からは統一マシンを使用することにより、純粹に将棋ソフトだけの力で戦うことになった。第3回将棋電王戦はプロ棋士有利なルール変更が行われたにも関わらず、プロ棋士の1勝4敗とな

り、プロ棋士の完敗となった。翌年の「将棋電王戦 FINAL」ではプロ棋士の分析勝ちが見られた。

「Selene」対永瀬拓矢 6 段の対局ではプロ棋士から面白い手が指された。それは、「角不成」の手である。角という駒は成るデメリットが存在せず、他の反則手を回避する時以外は指さない。角はほぼ必ず成ることが常識である。永瀬拓矢 6 段は、練習対局中に角の成らずに対して、将棋ソフトがフリーズすることを発見したと言う。「Selene」には飛車、角、歩の成らずの指し手は想定されていなかった。「角成らず」を理解せずに王手を放置し、将棋ソフトは反則負けとなった。

第 4 局終了時点、プロ棋士 2 勝コンピュータ 2 勝で勝敗は第 5 戦に持ち越された。注目されていた第 5 戦は「AWAKE」対阿久津主税 8 段の対局は 21 手で「AWAKE」の投了となり、阿久津主税 8 段が勝利した。阿久津主税 8 段は「AWAKE」にあえて「2 八角」を指させて、その角を捕まえて駒得を狙うといった戦術であった。敵陣に大駒を打ち込めるメリットはあるが、十数手先に角が取られてしまうことを将棋ソフトは読み切れなかった。この後、指し続けていたとしても角を駒損して勝つことは難しい、致命

的なバグであったため、「AWAKE」の開発者である巨瀬亮一は 21 手で投了を宣言した。阿久津主税 8 段の戦法は「AWAKE」にアマチュア棋士が挑戦するイベントでアマ棋士が指したものであり、本来プロ棋士が指す戦法ではない。阿久津主税 8 段は悪手で誘って真剣勝負をしなかったとして、ネット上で炎上する事態を招いた。また、「AWAKE」の開発者巨瀬亮一の早過ぎる投了も炎上する結果になった。

第 1 期電王戦から 1 対 1 の対局方式に変更になった。叡王戦で人間の代表を、将棋電王トーナメントで将棋ソフトの代表を決め 1 対 1 で対局する方式になった。「Ponanza」対山崎隆之 叡王の対局となったが、「Ponanza」の強さが際立ち「Ponanza」の 2 勝で終了した。

## 4. 「人工知能」の強み

### 4.1 終盤

将棋には、序盤、中盤、終盤という段階がある。序盤は駒組みの段階で、玉形と攻撃姿勢を整えることに費やす。中盤は本格的に駒同士がぶつかる、つまり戦いが起こる。終盤戦は敵玉に対して攻め

表 9 将棋電王戦の歴史

|             | コンピュータ                      | 開発者         | プロ棋士  | 勝敗            |
|-------------|-----------------------------|-------------|-------|---------------|
| 第 1 回 将棋電王戦 | ボンクラーズ                      | 伊藤英紀        | 米長邦雄  | コンピュータ        |
| 第 2 回 将棋電王戦 | 習甦                          | 竹内章         | 阿部光瑠  | プロ棋士          |
| 同上          | Ponanza                     | 山本一成        | 佐藤慎一  | コンピュータ        |
| 同上          | ツツカナ                        | 一丸貴則        | 船江恒平  | コンピュータ        |
| 同上          | Puella $\alpha$<br>(ボンクラーズ) | 伊藤英紀        | 塚田泰明  | 引き分け<br>(持将棋) |
| 同上          | GPS 将棋                      | 田中哲朗・森脇大悟 他 | 三浦弘行  | コンピュータ        |
| 第 3 回 将棋電王戦 | 習甦                          | 竹内章         | 菅井竜也  | コンピュータ        |
| 同上          | やねうら王                       | 磯崎元洋        | 佐藤紳哉  | コンピュータ        |
| 同上          | YSS                         | 山下宏         | 豊島将之  | プロ棋士          |
| 同上          | ツツカナ                        | 一丸貴則        | 森下卓   | コンピュータ        |
| 同上          | Ponanza                     | 山本一成        | 屋敷伸之  | コンピュータ        |
| 将棋電王戦 FINAL | Apery                       | 平岡拓也        | 斎藤慎太郎 | プロ棋士          |
| 同上          | Selene                      | 西海枝昌彦       | 永瀬拓矢  | プロ棋士          |
| 同上          | やねうら王                       | 磯崎元洋・岩本慎    | 稲葉 陽  | コンピュータ        |
| 同上          | Ponanza                     | 山本一成・下山晃    | 村山慈明  | コンピュータ        |
| 同上          | AWAKE                       | 巨瀬亮一        | 阿久津主税 | プロ棋士          |
| 第 1 期電王戦    | Ponanza                     | 山本一成・下山晃    | 山崎隆之  | コンピュータ        |
| 同上          | Ponanza                     | 山本一成・下山晃    | 山崎隆之  | コンピュータ        |

【出典】筆者（菊池）が独自に作成



表 10 将棋電王戦のコンピュータ仕様

|                | CPU                        | メモリー | HDD       | 備考                     |
|----------------|----------------------------|------|-----------|------------------------|
| 第1回<br>将棋電王戦   | 制限なし                       | 制限なし | 制限なし      | 2800W まで使用可。<br>遠隔操作可。 |
| 第2回<br>将棋電王戦   | 制限なし                       | 制限なし | 制限なし      | 2800W まで使用可。<br>遠隔操作可。 |
| 第3回<br>将棋電王戦   | インテルプロセッサ<br>6 コア, 12 スレッド | 64GB | 1 TB      | 統一マシンを使用。              |
| 将棋電王戦<br>FINAL | インテルプロセッサ<br>8 コア, 16 スレッド | 64GB | 256GB     | 統一マシンを使用。              |
| 第1期電王戦         | Core i7-6700K              | 32GB | 120GB+2TB | 統一マシンを使用。              |

【出典】筆者（菊池）が独自に作成

駒を向け、詰ませる。もしくは自玉を守る作業に費やすことになる [大川 16]。「人工知能将棋」の強さは、圧倒的な「終盤力」にある。詰みのあるなしが読みに入ってくる終盤においては、トップ棋士をはるかに上回る棋力に達している。将棋ソフトは基本的にすべてのパターンを読むが、余りにも実用的ではない手を「枝刈り」という方法で選択肢から消し、終盤戦では限られた手を深く読むことが出来るため、物凄く強い。将棋ソフトと対局をしていると終盤に突然差手が速くなることがあるが、それはパターンを読み切っていて投了図まで見えている時に起きる事象である。

2016 年 5 月に行われた「電王戦」第1局、山崎隆之 8 段対「Ponanza」は、岩手県平泉町の関山中尊寺で行われ、山崎 8 段の完敗に終わった。捉えどころが難しい乱戦になったが、手が広い将棋ほど人工知能は本領を発揮する。選択肢が多いほど、人間はミスが出がちな傾向にある。続いて 5 月 21 日、22 日に滋賀県の比叡山延暦寺で行われた第2局でも Ponanza が勝利して、ソフト側の2連勝に終わった。対局で分かって来た、人間と人工知能の決定的な違いは、人工知能にはミスがない分、人間が苦戦するようになっていることが挙げられる。

#### 4.2 早指し

持ち時間が少ない状況では、人間は良くミスを犯すため、トップレベルの棋士を超える場合がある [コンピュータ将棋協会 12]。人間は、一度身に付けた知識を忘れることがある。また忘れない

までも限られた持ち時間の中で思い出すことが出来なかったり、読み切れなかったりすることもある。また、人間には「心」、「感情」があるため、対局の当事者であることによって局面を客観的に見る事が出来ず、思い込みによるミスや錯覚を出すのも人間ならではの弱点である [コンピュータ将棋協会 12]。将棋ソフトは、焦りもなく、疲れもないため、常に与えられた時間の中で指すことが可能である。

### 5. 「人工知能」の弱み

形成判断という感覚的な能力が将棋を指すためには必要であるが、コンピュータ上でそれを実現する難しさが、人工知能研究の興味深い課題となっている。

#### 5.1 序盤

将棋において人工知能に対する人間の長所は、序盤から終盤まで一局の構想を描き、随時修正しながら指し手を決めていく構想力、創造力にある。コンピュータが現在保持している定跡データベースや手筋も、もともとは人間が実戦の中で発見し改良を続け知識として現在に伝わっているものである [コンピュータ将棋協会 12]。

序盤に、考え得るすべてのパターンを考えることは不可能である。しかし、コンピュータは考え得るすべての局面を考えるため、思考するためには時間を要する。序盤では、人工知能であったとしても、網羅的に手を読み尽くすことは到底でき

ないため、形成判断が必要となる。つまり、複数の候補手の優劣を決めるにあたり、ある手を指した後の形成を判断してより優れた手を決めるという作業である。これは、人間が得意とする領域であり、人間の名人には「勘」のような、アルゴリズム化できない「暗黙知」が存在する[中谷16]。

表11は、「第1期電王戦」の第1局の棋譜である。先手は「Ponanza」である。Ponanzaの時間の使い方は山崎隆之叡王とはまったく異なる。山崎隆之叡王が中盤や終盤のここぞという場面に時間をかなり費やすが、Ponanzaは序盤から時間を使い初手に16分も使っている。第2局でも2手目に13分使った。初手や2手目に明らかに時間を使い過ぎており、序盤は多くの時間を費やす傾向がある。時間を使うこと自体に問題はないが、持ち時間が短い対局においては、序盤に時間を使い過ぎて終盤で読み切れなくなってしまう惧れが

ある。本来時間を使うべきでないところで時間を使ってしまうことは大きなロスに繋がる。

## 5.2 定跡外（入玉含み）

将棋で用いられる「定跡」は、プロ棋士が過去に指した多量の棋譜データから作られる。定跡から大きく離れた力戦形や、過去の戦い方を参考にし難しい入玉模様の展開になると、データに依存する人工知能は、突然方向違いの手を指すケースがある。また、千日手狙いのような引き分け含みの戦略を取られた時も、引き分けを嫌って、損となる手を指してしまうことがある[コンピュータ将棋協会12]。コンピュータが入玉を含みとした持将棋模様の展開に弱いことは、かなり以前から知られていた。入玉が確定した玉は大半の場合、詰ますことは不可能であり、玉を詰ますという当初の目的から、駒を出来るだけ取って点数勝ちを目指すことにゲームの目的が変化する。コンピュー

表11 第1期電王戦 第1局 (▲Ponanza △山崎隆之叡王)

| ▲    | 消費    | △    | 消費    | ▲    | 消費    | △    | 消費    |
|------|-------|------|-------|------|-------|------|-------|
| 2六歩  | 16:16 | 3二金  | 2:59  | 2五歩打 | 19:09 | 同 龍  | 0:41  |
| 7六歩  | 0:52  | 8四歩  | 2:02  | 6三角成 | 19:15 | 5二歩打 | 0:32  |
| 2五歩  | 7:40  | 3四歩  | 2:41  | 3八銀  | 4:45  | 2六歩打 | 22:57 |
| 7八金  | 0:35  | 8五歩  | 1:22  | 5四飛打 | 8:03  | 3四龍  | 45:39 |
| 2四歩  | 0:21  | 同 歩  | 0:45  | 2五歩打 | 5:58  | 5四龍  | 1:09  |
| 同 飛  | 0:19  | 8六歩  | 1:04  | 同 成銀 | 8:24  | 2七歩成 | 3:02  |
| 同 歩  | 6:28  | 同 飛  | 0:22  | 同 銀  | 17:20 | 2九飛打 | 2:31  |
| 5八玉  | 0:22  | 8四飛  | 6:52  | 3八銀  | 20:34 | 2五角  | 5:42  |
| 2二角成 | 20:07 | 同 銀  | 18:56 | 3六歩  | 1:03  | 1九飛成 | 13:26 |
| 6六角打 | 0:26  | 8二飛  | 1:04  | 5三桂打 | 6:34  | 3一玉  | 3:41  |
| 8三歩打 | 18:51 | 5二飛  | 14:11 | 4一飛打 | 3:44  | 2二玉  | 0:49  |
| 7七桂  | 6:47  | 5四歩  | 34:46 | 2三歩打 | 5:07  | 3三玉  | 1:53  |
| 3四飛  | 0:32  | 4一玉  | 25:23 | 2一飛成 | 4:40  | 3六角  | 3:00  |
| 6八銀  | 6:30  | 3三銀  | 81:54 | 4七桂打 | 4:23  | 3七歩打 | 5:50  |
| 3五飛  | 0:23  | 5五歩  | 0:40  | 2二歩成 | 5:06  | 同 金  | 0:15  |
| 同 飛  | 14:26 | 同 飛  | 0:57  | 3四歩打 | 0:14  | 2三玉  | 0:23  |
| 同 角  | 0:34  | 2五飛打 | 62:17 | 2二龍  | 0:22  | 同 玉  | 0:34  |
| 3三角成 | 6:14  | 同 金  | 0:42  | 4三成銀 | 0:22  | 投了   | 0:20  |
| 8二歩成 | 5:34  | 同 銀  | 1:20  |      |       |      |       |
| 6五桂  | 6:47  | 3一角打 | 46:09 |      |       |      |       |
| 5四銀打 | 11:27 | 2九飛成 | 0:30  |      |       |      |       |
| 5三桂  | 13:09 | 同 角  | 0:08  |      |       |      |       |
| 同 銀成 | 40:13 | 3二金  | 4:59  |      |       |      |       |
| 1八角打 | 3:37  | 4六桂打 | 5:43  |      |       |      |       |
| 同 歩  | 6:45  | 1四角打 | 0:09  |      |       |      |       |

【出典】筆者（菊池）が独自に作成

タは点数勝ちを目指すようにプログラミングされていないため、入玉が見えた段階で、突如として違和感のある着手を連発して弱くなるのが、人工知能将棋には良く起こる。

2015年の「将棋電王戦 FINAL」では、事前にコンピュータ側がソフトをプロ棋士側に渡し、人間にコンピュータの指す手を自由に研究させる余裕を示した。ここで、プロ棋士（永瀬拓矢6段）は、敵陣に突入した角が成らないという、前代未聞の一手を指す奇策を打った。角は成って損はなくて得するだけであるため、「角不成」という手は常識的にはあり得ない。しかし、「角不成」はルール違反ではない。コンピュータはこの「あり得ない手」に混乱した。この状況はコンピュータの枠組みに入っていなかったため、対処することが出来なかった。このことを、人工知能では「フレーム問題」(frame problem)と呼ぶ。結果、プロ棋士が勝利し、コンピュータは敗退した[甘利16]。

「フレーム問題」とは、情報処理に限界を持つ人工知能には、現実には起こり得るすべての問題に対処することは出来ない、というものであり、人工知能研究における難問として良く知られる。問題の論理的なフレーム（枠組み）が明確にならないと、関連した知識を良く選択することが出来ない。適切な知識を選択できないと、演繹推論もできない。フレームを臨機応変に設定し、刻々と変動する状況に応じて問題解決をするという、人間には何でもなく出来ることが、人工知能には課題となる[西垣16]。

本田(2016)は「フレーム問題」の具体的な事例として、人工知能搭載のロボットが車を運転して東京から名古屋に向かうことを命じられた場合を挙げる。人間であれば、障害物があれば避け、渋滞に嵌まればスピードを落とし、その時々で柔軟に対応して向かうことが出来る。しかし、プログラムで命令されたこと以外の不測の事態には対処できないため、ロボットの場合、人間のようにはいかない。仮に「障害物があつたら避ける」と教えておいても、何が障害物になるのか、すべての可能性をプログラムしなければならなくなる。

1%の可能性にぶつかった時に、果たして正しい対処が出来るか、という「フレーム問題」は、人間にとっても人工知能にとっても難問である[本田16]。

アルファ碁がイ・セドル9段に唯一負けた5番勝負の第4局では、イ・セドル9段が完全に優勢になった辺りから、人工知能がアマチュアのような手を打って自滅した。「人工知能には感情があり、人間のように失着を打った後に動揺するのか」と指摘されたが、アルファ碁は局面の勝率を常に計算するため、自分の勝率が極端に下がると逆転勝ちを狙おうとするため、人間と似たような焼け糞な手を打つようになることがある。

第2回将棋電王戦第4局の「Puella a」対塚田泰明9段の対局では「Puella a」に入玉を想定したプログラミングがされていなかったため、相入玉に突入し、点数法で持将棋が成立し、引き分けとなった。いずれかの対局者から持将棋が提案された場合、公式戦規定24点法を準用する。持将棋はまず公式戦では指されず、将棋ソフトの基本設計は、対将棋を基に開発されているため、こういったイレギュラーな事態は想定されていなかった。「Puella a」には、入玉のデータは入っていたが、点数法のデータは入っていなかった結果、起きた事態である。

## 6. 人工知能将棋に対する「受容」と「焦燥」

### 6.1 人工知能将棋に対する「受容」

チェスにおいては、既に15年前に人間が人工知能に負けている。将棋や囲碁は、今や羽生善治3冠(将棋)とカ・ケツ9段(囲碁)のみを残す状態になっている。この2人も含めてプロ棋士が負けることは歴史的必然である。既に時間の問題になっており、人工知能側に大きなブレイクスルーは、もはや必要ない段階に到達している[松原13(1)]。

既に、世の中で一番将棋が強い存在は、人間ではなくコンピュータであると言えるが、15年前に人工知能に負けたチェスは現在も廃れていない。これまでプロ棋士(人間)が見つけることの

出来なかった新手（誰もが指さなかった優れた新手）をコンピュータが指しており、最先端将棋は、人間の棋譜を参考にしていないレベルに達している。かつての「機械学習」は、人間のビッグデータから学習していたが、既にコンピュータの方が強くなったため、人間のデータは参考にならなくなっている。コンピュータ同士で戦い棋譜を覚える時代である。現在はコンピュータ同士が、24時間延々と指している。

コンピュータ同士が対局するサイトには、特定のファンが数多く付いている。プロ棋士もそのサイトを見て学習している。プロ棋士の将棋は研究が進み、似たり寄ったりの布石が多くなっているため、コンピュータ将棋が創造する新手は将棋ファンには新鮮に受け取られる。将棋界は、百人ちょっとの人たちと数十年間戦い続ける不思議な世界である。そのため、変化がなくなっていた。定跡形と呼ばれる形が決まった将棋は、一つの局面に出会う喜びを失っていた。定跡形には長年の棋士の知恵が詰まっており、様式美の美しさがあり、棋士によってはその整った中に喜びを見出す者も少なからずいるが、「一期一会」の喜びは薄らぐ。そのような中で、人工知能は、人間の常識を変えつつあり、「将棋の広さ」を改めて示してくれた。これまでプロ棋士（人間）が見つけることが出来なかった新手をコンピュータが指し、新たな将棋の面白さを示す時代に入った、と言える。

## 6.2 人工知能将棋に対する「焦燥」

プロ棋士と人工知能の対局において、2013年はプロ棋士の1勝3敗、2014年は1勝4敗とコンピュータに負け越した。この対局において、人間であれば勝負が付いて「投了」する場面で、「投了」しないことがあった。将棋には、「投了」のような、面白さを自主的に守るようにルールが存在する。将棋は「エンタテインメント」であり、人間にとって面白くない将棋を指してはいけない、という規則がある。だからだと勝負が長引く手は差してはいけない、長引かせないという隠れたルールには、人はミスをしなければならぬルールも同時に存在する。どちらかがミスをしなけ

れば、将棋というゲームは勝負が付かないことになる。そのため、出来るだけミスをするように、安全で長引く手を指してはいけない、というルールを設けている。しかし、対局において、コンピュータは負けを認めず、無用に勝負を長引かせることを行った。

2013年に3勝1敗1引き分けでコンピュータが勝利した際、佐藤慎一4段は男性プロとして初めて敗戦する結果となった。佐藤慎一4段は「すみません」と自身のブログで謝ったが、将棋ファンからは「切腹しろ」という声が殺到し、炎上した。結果、佐藤慎一4段は、直ぐにブログ閉鎖することになった。プロ棋士に「絶対的な強さ」を求めたファンは、失望することになった。

陸上100メートル走の人間のチャンピオン（ウサイン・ボルト）よりも機械（車）の方が早くても、人間は悔しがらないのに、なぜ将棋ファンはプロ棋士（佐藤慎一4段）を批判するような悔しい思いに至ったか。ここには、チェスは頭脳スポーツに位置付けられるのに対して、剣道や柔道と同じく、将棋は「道」とであるという意識がファンの間に存在することが影響している。例えば、チェスは五輪種目候補であり、東京五輪では落選したが、スポーツの一つという位置付けになっている。一方、将棋はそもそも家元制度であった。かつて名人位は世襲制であり、師匠が弟子に技術を伝えるモノであった。昭和に入って実力制になり、更に今は将棋ソフトが介入している[大川16]。

プロ棋士の間にも「焦燥」が見て取れる。25年前に亡くなった大山康晴15世名人は、「機械に将棋をやらせちゃいかん。人間は直ぐに勝てなくなる」と反対していた。2005年にはプロ棋士の組織である日本将棋連盟が、プロ棋士が許可なくコンピュータと対戦することを禁じる通達を出した。プロ棋士はお金をもらって対局をすることが仕事であるという趣旨の通達であった[松原13(1)]。橋本崇載8段は、「電王戦は100%あり得ない」と反対、「棋士を実験台にして、AIの素晴らしさをアピールしているに過ぎない」と指摘した。橋本崇載8段は、「AI相手の対局に羽織袴を着ていくちぐはぐさ」「目の前では機械がウィン



ウィン動いているのに、正装でお辞儀するとか滑稽すぎる」と言う。また、「将棋は伝統文化でもあるのだ。ただの競技として存在しているのではなく、何百年と日本の伝統文化として伝承されて来ている。その部分としっかり向き合っていてこそ、棋士は存在価値を持ち、プロとして報酬を得る資格を得られる」とも言う[橋本16]。一方で、橋本崇載8段は、「新規ファンの開拓には一定の効果があって、オレが経営するバーにも電王戦を見てファンになったって人が結構来るんだよ」という意見も述べている。

将棋ソフトの開発者も意見を述べた。「Puella a (プエラ・アルファ)」の開発者である伊藤英紀は棋士について「AIに奪われる職業No.1。たぶん10年後、遅くとも20年後には棋士は食っていける職業ではなくなる」とツイートした。

将来、コンピュータ将棋が圧倒的な優位となった場合、約160人いるプロ棋士の人数が絞られる可能性がある。しかし、多くの将棋ファンは将棋の勝敗だけを見ている訳ではない。人間は間違える生き物であり、トップ棋士も中盤、終盤に指し手を間違えることがある。ファンはそのような棋士が織りなす逆転ドラマが面白くて、対局を見守っている。他にも、棋士の個性や人間臭さに感情移入するファンもいる。その魅力は人工知能の対戦には存在しない。将棋ソフトはひたすら勝利を目指して、無機質に次の一手を繰り返すだけである。実際、いくら将棋ソフトが強くなったとしても、プロ棋士による将棋からファンの支持が離れることは起きていない。人間同士の対局では、極限の集中力の中で、ミスも含めて様々なドラマが生まれる。それが「人間将棋」の魅力である。

渡辺明永世竜王は、「トップ棋士同士とはいえ、やはり人間の将棋はミスありきなんです。でもコンピュータ将棋はミスがない」と言う[大川16]。森内俊之9段は「人間は必ずどこかで間違える。それが現実です。将棋の世界に限らず、どんな世界でもミスをしない人はいないのです。そして人間は有限の時間の中で生きています」と言う[大川16]。例えば、2016年9月3日、史上最年少プロ棋士が誕生したことが話題になった。

同日、郷田昌隆王将が佐藤天彦名人との対局で、「二歩」で反則負けすることがあった。「二歩」は、将棋の反則で最も多く、プロ棋士の対局でも2年に1回の割合(1年間の公式戦は約3,000局)で発生している。他には、「二手指し」や「動けない場所に駒が行く」という反則もあるが、プロ棋士では稀である。

羽生善治3冠も2001年9月1日の竜王戦挑戦者決定戦第1局、木村一基5段(当時)との対局で、白玉の「一手詰め」を見逃して負けたことがある。「一手詰め」とは、その手を指したら、相手の次の一手で負けが決まる状況であり、羽生はそれを見逃して敗戦した。例えば、「ソフト同士で指すと長手数のねじり合いになる。将棋は強い者同士がノーミスで指すと、長手数になってなかなか終わらないゲーム性がある」という指摘がある(村山慈明7段)[大川16]。

人工知能が人間の實力を上回ることがはっきりして来た現在、将棋ソフトの力を借りることに抵抗を感じない棋士も出現している。依然として将棋ソフトに反発する棋士は存在するが、年々減少して来ている。プロ棋士に対戦してもらうのは、コンピュータ将棋の實力を確認する目的であり、それ以上でもそれ以下でもない。たとえプロ棋士がコンピュータに負けたからと言って、その人の尊厳も人間の尊厳も何ら傷つかない。人間対コンピュータの対決という図式を煽ったために、残念ながら勝負の結果に過度に注目が集まってしまう、プロ棋士が負けたことによってそのプロ棋士と人間の尊厳が傷ついたという間違った解釈がなされてしまった[松原13(2)]。コンピュータ将棋との対局は「脳の最後の抵抗」ではない。その対局はむしろ、人間の知能に似た真の何かを生み出すまでに、機械にはあとどれほどの距離を明らかにするものである[Levinovitz16]。

## 7. 将来の「人工知能将棋」

### 7.1 「人工知能将棋」の終焉

人工知能とは何か。人間の「知能」とは何かが研究されていないため、「人工知能」に関する明

確な定義はない。人間のような知性を持った人工物（コンピュータ、人工物）を作ることを目標とするという、分かっていないものを目指している。「人工知能研究者は常に出来ないことに取り組んでいる」という「命題」は正しい。人工知能の研究者は、「人間の能力」を基準に考えており、人間の尺度における最高位のプレイヤーのレベルを超えることを目標に掲げ、研究を行っている [伊藤・松原 13]。

「人間に出来て機械に出来ないこと」を機械に出来るようにする研究が「人工知能」であると言える。そのため、「機械に出来るようになったこと」は「人工知能」の定義からは既に抜けて行った。コンパイラ、数式処理、オートコンプリート、かな漢字変換などは、かつて「人工知能」であったが、現在は「人工知能」とは呼ばれない。実際、IBM「Deep Blue」がカスパロフ氏に勝利した1997年以降、チェスの人工知能研究は少なくなり、囲碁や将棋、カードゲームなど他のゲームが研究の主役になっている [伊藤・松原 13]。チェスの世界では、現在はコンピュータの方が圧倒的に強いので、もはや話題にならない（西尾明6段） [大川 16]。

アルファ碁が世界2位のイ・セドルに勝った囲碁では、ランキング1位のカ・ケツ9段に勝つこと、将棋では羽生善治3冠に勝つことが残された最終目標になっている。この両氏に人工知能が勝ち「将棋でプロ棋士より強くなった」「囲碁でもプロ棋士より強くなった」ということになれば、「将棋」と「囲碁」は「人工知能」の研究テーマから抜けていくことになり、いずれ「人工知能」と呼ばれなくなる。

「将棋」は、人の英知の頂点にあると言われる。インドの「チャトランガ」というゲームをルーツにして、ユーラシア大陸を通じてアジアから欧州にまで広がったボード・ゲームは日本で将棋となって深遠さを極めた。将棋は、チェスと異なり敵から取った駒を再利用できる持ち駒制度が存在するために、場合の数がチェスのそれよりもはるかに大きく、チェスで有効であった手法が直接は適用できなかったため、なかなか強くならず良い研

究対象になって来たが、もはや強いプログラムを作るという観点からはコンピュータ将棋の研究は終わることになる [松原 13 (2)]。2015年10月、情報処理学会は一早く「トッププロとの対戦は実現していないが、事実上、ソフトはトップ棋士に追い付いた」と宣言して、開発プロジェクトの終了を発表した [大川 16]。

## 7.2 「接待将棋」

人工知能の研究テーマとして、将棋はほぼ役割を終えつつある。コンピュータが人間に追い付き追い越した後にはどうすべきかを考える時期に来ている [松原 13 (1)]。

最強と呼ばれる羽生善治3冠が人工知能に負けた以降に考えられるのは、「接待将棋」が出来るコンピュータの実現である。「接待将棋」は、誰とでも一手違いの拮抗した勝負をすることを目指している。コンピュータがわざと悪い手を指していると人間が気付くと気分を害するため、人間には分からない程度に上手く手抜きをしていい勝負に持ち込む。コンピュータゲームにおいて人工知能が操作している「キャラクタ AI」「ゲーム AI」は、人間が操作しているかのように行動する。多くのゲームがオンライン化している対戦ゲームなどにおいては強過ぎると公平性に欠け、弱過ぎても張り合いがなくなるため、バランス調整が非常に難しい。1990年に発売された「ドラゴンクエストIV」では、味方キャラクタは作戦によって自動的に戦闘を行うだけでなく、戦闘経験を積むことにより、モンスターの弱点を記憶する学習機能も搭載された [本田 16]。

従来の人工知能は、不可能を可能にする技術を追求して来た。その一方で、「接待将棋」を行う人工知能を開発すべきという声が一部から聞こえる。従来のように人間に勝つという可能なことを不可能にする人工知能を開発するのではなく、人間に勝つという可能なことを不可能にする人工知能を開発する。何でも機械が行うのではなく、一定の部分で人間や社会に合わせて人工知能が能力を発揮し、そこから先の部分は人間が能力を発揮するという協調モデルになるからである。更に、

人工知能が社会に受け入れられる技術になるためには、人工知能が出来ることを人間が制御することが必要になる。そのためには、従来の人工知能が目指して来た不可能を可能にする技術だけではなく、可能を不可能にする技術と一体になって、初めて人間にとってちょうど良い技術がとなる。例えば、相撲の世界で、力士型のロボットと本気で取り組みすることが望まれるだろうか。野球の世界で、300キロ以上の球を投げるマシンをメジャーリーガーが打てるかと勝負をすることがあるだろうか〔橋本 16〕。

コンピュータの役割は、人間に将棋を上手く教えて強くする、人間といい勝負をする(「接待将棋」をする)、あるいは人間に協力して新たな将棋の戦法を創造する、などが考えられる〔松原 13〕。

松原(2013)の「囲碁」の事例を参考にすれば、次の展開が考えられる〔松原 13 (2)〕。

#### (1) 新しい定跡を人間とコンピュータが研究する

将棋は場合の数が非常に大きいため、これまでに人間が解明してきた指し手はごく一部に限られる。コンピュータが人間を助けることによって、これまでは人間だけでは難しかった新しい定跡を作り出すことが可能となる。定跡とはこれまでの経験で得られた一連の手を指す。具体的には人間がコンピュータ相手に色々な案を試しに指してみる。コンピュータは人間が思いも付かない応手を指すため、人間とコンピュータ将棋の共同作業で新定跡を作ることが出来る可能性がある。実際に将棋ソフトと対戦したプロ棋士の多くは、「人間なら指さない、こういう手もあるのか、ということを経験ソフトから学び、あらためて将棋の奥の深さを感じた。今後はコンピュータと人間が敵ではなく共存し、互いに高め合っていく関係を築いていきたい」という感想を口にしている〔小林 15〕。

2016年5月に羽生善治3冠を破って名人に就いた佐藤天彦は「研究の中でソフトが占める割合は3割くらい。懸案の局面を探索させることもあります。全局ではありませんが、自分の実戦で現れた局面を検討させることもあります」と、ソフ

トを活用していることを認めている〔大川 16〕。

「将棋盤に向かってただ一人、孤独に打ち克ち、一人で考え抜いてこそ本当のプロである」というプライドを脇に置いて、対局に勝利するために将棋ソフトを活用する棋士が増えている。将棋の練習方法には1人でするものと、2人以上の対戦形式で行うものが存在する。1人で出来る方法としては、プロ棋士の棋譜を並べる「棋譜並べ」や「詰将棋」が代表的である。2人以上で行う練習対局は、2人だけのものを「VS」、4人以上のものを「研究会」と呼ぶが、タイトル戦で争うトップ棋士同士が練習パートナーになることは珍しく、トップ棋士は若手棋士を相手に練習することが多い。そのため、近年では、棋士と同等以上の実力を有する将棋ソフトを用いて研究する方がトップ棋士の練習方法としては有効であると考えられ、一般的になっている。

既に対局の風景も変化している。対局中は携帯電話の電源はオフにすることがルールになった。現在の将棋ソフトは無料でネットからダウンロードできることに加えて、スマートフォンでも使うことが出来るものも登場している。自宅のパソコンを遠隔操作することも可能である。

2016年10月5日、日本将棋連盟は、プロ公式戦で棋士がコンピュータソフトを用いて対局する「ソフト指し」の不正行為を防ぐ目的で、対局室にスマートフォンなど電子機器の持ち込み禁止を含めた規制案を決めた。従来、棋士がソフトの力を借りて対局する不正は確認されていないが、6割を超える棋士から賛同を得られたため、導入に踏み切った。新規則は、(1) 対局者は電子機器を所定の場所に預け、対局中の使用禁止、(2) 東西の将棋会館から外出禁止、で12月14日から実施された。電子機器の使用が発覚した場合は、除名処分の対象となる。アマチュアの愛好家30万人超が登録するオンライン対局サイト「将棋倶楽部24」ではソフト指しを認定された除名者は延べ千人を超える。ソフト指しが目立ち始めたのは、2007年頃からである。不正行為の根拠とするのがソフトとユーザーの指し手の「一致率」である。常時3～4人のボランティアがユーザーの指し手



の記録「棋譜」に目を光らせ、一致率の分析を進めている。すべての指し手が一致する確率は10億局に1局以下であり、8～9割が一致すれば、「ソフト指し」の疑いは強まる。

また、将棋連盟は、2016年10月15日に開幕した第29期竜王戦で挑戦者に決まっていた三浦弘行9段<sup>(3)</sup>を出場停止処分にして、挑戦者を丸山忠久9段に差し替えた。背景には、将棋ソフトの棋力向上がある。三浦弘行9段ほどの実力者が本当に不正をしていたとなれば、それは現時点で既にトップ棋士が人工知能より劣る証明である。特に疑惑が持たれたのは、2016年7月26日、竜王戦の挑戦者決定トーナメント準決勝で三浦弘行9段が離席から戻った後に指した「六七歩成」は、一見すると自玉が危うくするように見えるものの、先の先まで読むと勝ちに繋がる、プロ将士でもなかなか指せない一手であり、その超人的な読みをきっかけに、対局相手や周囲から疑念を抱かれるようになった。

コンピュータ将棋協会の会長である早稲田大学・滝沢武信教授は「2000年代半ば、何万もの棋譜を読み取って最適な指し手を探し出すソフトが現れて以降、急激に強くなった」と指摘する。開発者ソフトの実力を競う「世界コンピュータ将棋選手権」が毎年開催されるなど開発競争も進んでいる。滝沢教授は「ソフトの実力は人が届かない高みに到達している」と指摘する。特に、終盤の詰む、詰まないという局面では、ソフトの方が圧倒的に速くて正確というのが将棋界の共通認識である。

三浦弘行9段の不正使用疑惑問題は、2016年12月27日、日本将棋連盟の第三者調査委員会が不正の証拠はないとした内容を発表して、同連盟の谷川浩司会長が三浦9段に謝罪する記者会見を行った（その後、会長職を辞任）。報告書では「将棋ソフトの棋力の向上により、今や将棋連盟は未曾有の機器に直面している」「対局者が将棋ソフトを使うのではないかという疑心暗鬼がプロ棋士の心の中に生じて来た」と分析し、将棋ソフトの棋力が人間と対等以上であることを連盟が認める結果となった。若手棋士からは「正直、僕らの世

代はソフトがどれだけ強いかわかっていますし、指摘された一致率や感想戦の読み筋への違和感は良く分かる」と言及した。

## (2) 人間とコンピュータが共同で将棋を打つ

研究段階でソフトウェアの活用が進み、徹底的なシミュレーションにより新たな定跡や、新手が次々に生まれる反面、その対策も早い。流行の戦型が出ては消え、出ては消えという目まぐるしい状況にある。また、ソフトウェアの指す手は、良い意味でも悪い意味でも固定概念や定跡から解放された指し手になっている。将棋ソフトには人間のような先入観がなく、「あっ」と驚くような有力手をしばしば見せる[大川16]。ソフトウェアを日常の研究段階から深く使い込む若手棋士を中心に、「もっと自由に奔放に指してもいいんだ」と良い意味で固定概念から解放された斬新な指し方をする若手も増えている。そして、ほぼ全員の棋士が、「自分たちプロ棋士よりもすでにソフトウェアの方が強い」という非常に現実的で冷静な分析が出来ている[大川16]。

人間と人工知能が共同で指す方法にはいくつか考えられる。まず、人間がコンピュータを補助に使って指す「アドバンスト将棋」である。既にチェスでは、この戦い方は「アドバンスト・チェス」と呼ばれ、何年も前から実施されている[小林15]。

コンピュータが見つけた手が良いと人間が判断した場合はその手を指せば良く、自分で見つけた手が良いと人間が判断すればその手を指せば良い。少なくとも人間だけの時よりもミスを犯さないだけ強くなることが期待される。

もう一つの方法は、人間とコンピュータが組んで指す「ペア将棋」である。「ペア将棋」は、二人ずつがペアになって交代で一手ずつ指す。ただしペア同士で相談してはいけない。人間はペアになっているコンピュータがどう考えているか読み筋を想像して指すため、人間同士のペアとは異なった戦略が求められることになり、将棋の新しい魅力を引き出せることが期待される。しかし、棋士と将棋ソフトのタッグマッチ形式に対する世間



の反応は今一つである。一流棋士がコンピュータに敗れたことはニュースになっても、タッグマッチ形式の対戦は行われたことすら知らない人が大半である。将棋もプロ競技である以上、たくさんのファンに支持されてこそ、存立できる [小林 15]。

### (3) コンピュータを用いて対戦相手の研究をする

特定のプロ棋士の棋譜を学習することによって、そのプロ棋士の棋風（打ち手の傾向）を模倣したコンピュータ将棋を作成する。ライバルの棋士と対戦する前にそのプログラムと練習対局を積むことによって、あらかじめ有効な作戦を立てることが出来る。棋士の間では、日頃の研究に将棋ソフトを用いることが当たり前になっており、若手棋士はそこで見つけた手順や考え方をいち早く取り入れるため、以前より台頭が目覚ましくなっている。将棋ソフトの戦術を採り入れて活かした同世代同士の勝負が多くなり、その相手の研究のために将棋ソフトをまた用いるという構図が出来つつある。

大川（2016）は、将棋の棋士の価値はこれからもあるのだろうか、と問題提起する [大川 16]。例えば、「将棋のプロ棋士」と「ボナンザに代表される将棋ソフト」が対局した場合、トップ棋士がミスをするのが将棋のアヤとなる場合がある。トップ棋士が自分の棋力を向上させる場合、人間が相手だと弱いかもしれない、練習にならなくなっている。そのため、棋力を上げるためには、ミスをしない人工知能と戦った方が良く、プロ棋士は練習相手に人工知能を選択する [大川 16]。

### (4) コンピュータを用いた将棋の普及

「プロ棋士という職業は今後どうなるのか」「ソフトの進化によって、プロ棋士の存在価値はどうなるのか」という質問に対して、半数以上の棋士は、その価値の源泉である「強さ」が失われる以上、これまでと同様の待遇を受けることは難しく、いつかは棋士という存在が要らなくなる可能性もあると認識する。いわば「人工知能による失職のリスク」が十分現実味を帯びて来ている。新人王

戦で優勝した若手棋士が「将棋界は斜陽産業」「棋士の価値は普及にシフトしていくことになる」と発言したが、「普及」とは、対局で食えなくなり、自ら指す将棋よりも、アマチュア愛好家に対する指導などの比重が大きくなり、それが主な収入源になるという意味である [橋本 16]。将棋ソフトも、プレイヤーの認知プロセスの研究や、棋譜からの指し手の個性の学習（かつてのプロ棋士を再現する）、相手を楽しませる指し方の研究など、勝敗を超えたところへと研究の裾がりを見せつつある [三宅・森川 16]。

コンピュータと人間の能力差がどれだけ広がったとしても、観て面白いのは、人間対人間の真剣勝負が生み出す様々なドラマやストーリーである。プロ棋士の対局の場合、勝負は棋力だけでは決まらない。相手の顔色を窺ったり、醸し出す雰囲気を読み取ったりする。自分だけの考えではなく、打つ時間を取って相手との間合いを図ったり、相手が嫌がるだろう手をあえて打ったりという駆け引きも存在する。そのような行為が大きく勝負に影響する [山崎 16]。

昨今、「3月のライオン」「月下の棋士」等の将棋マンガが人気を博した理由は、登場人物達の競技レベルの高さに拠るものではなく、彼らトップ棋士達が真剣に戦う中で生み出される人間模様の面白さにある。羽海野チカ原作のマンガ「3月のライオン」（白泉社「ヤングアニマル」連載）は、テレビアニメ（2016年10月18日～NHK総合）と実写映画化（大友啓史監督、2017年3月18日劇場公開）された。2016年11月19日には、幼い日から重い腎臓病で余命の短さを覚悟し、勝負に総てを懸けて29歳の生涯を駆け抜けた天才棋士、村山聖9段（1969～98年）の生涯を描いたノンフィクション「聖の青春」が映画化（森義隆監督、劇場公開）された。難病を抱えながら勝つことしか頭にない聖は極めて個性的であり、勝負の厳しさとスリルを観客に与えた。

現在も、注目される棋士が登場している。2016年12月24日、14歳5カ月で史上最年少棋士になった藤井聡太4段が110手で現役最年長76歳の加藤一二三9段（その後、引退）に勝利した「竜

王戦6組ランキング戦」には50人を超す関係者・報道社が集まり、注目された。加藤9段は1954年に14歳7カ月でプロ入りし、62年ぶりに藤井4段に抜かれるまで史上最年少記録を保持していた。詰襟の学生服姿と紺スーツに青ネクタイの元名人の年齢差は62歳で、記録に残る公式戦では最も年の離れた対局となった。藤井4段の勝利はプロ棋戦では史上最年少の記録となり、「棋士の間でも注目度の高い将棋。10年後、20年後に語り草になるだろう」「将棋ファンなら誰もが見たかった対局」と言われ、歴史的対局となった。現代のプロ将棋は将棋ソフトの影響を受け、「ある局面での正解を知っているか、知らないか」の情報戦の側面があり、最新の戦型、戦法では序盤の指し回しを損ねると一挙に形勢が傾く傾向にあり、2人の研究量差を示す結果となった。加藤一二三、谷川浩司、羽生善治、渡辺明など過去の中学生棋士は全員、超一流の棋士になったが、将棋ソフトを活かす藤井4段も新時代のスタイルで大成する可能性が高い。

女流棋士では、竹俣紅女流初段がそのルックスから棋界のアイドルとなり、大手芸能事務所と契約するなどテレビ出演で人気となった。中学時代に女流プロになり、都内有数の進学校である「渋谷教育学園渋谷」に進学、羽生善治3冠のライバルで森内俊之9段を師匠とした〔西条他16〕。また、室谷由紀女流2段は、2016年に女流棋士賞と女流最多対局賞を獲得する一方、チャーミングな笑顔で美人棋士として人気を集めている。

箱根駅伝や高校野球といった、競技者達のレベルは決して最高ランクとは言えないアマチュアスポーツが、「真剣に競技に取り組む人間ドラマの面白さ」という点で国民的人気を保ち続けている点も、先行事例として参考になる。自動車が發明されて走るスピードでは人間がかなわなくなっても、マラソンを見る人は多いというたとえ話もある〔大川16〕。

「ニコニコ生放送」の将棋中継では、人工知能の「評価値」が出る。羽生善治3冠は「対局中継でソフトが今の局面がプラス300点とかプラス500点とか、同時に解析している」と言う。棋士

の指す手に対して、コンピュータが点数を付けることにより、ファンからすれば「分かり易い」という点で歓迎している向きもある。人間は曖昧のまま生きて行くことが出来る存在である。

将棋の棋士たちは、将棋の勝負よりも、将棋の普及に力を入れつつある。将棋のことを何も知らない人に将棋のことを分かり易く教える指導システムが出来れば、対象は日本だけでなく世界中に広がるため、将棋の普及に大いに寄与できる〔松原13(2)〕。科学分野では、サイエンスコミュニケーターが登場しているように、人工知能が棋士を上回った「シンギュラリティ」以降、コミュニケーション能力は人口知能より人間が優秀であるため、棋士の存在は「将棋の普及」には欠かせない〔大川16〕。人間である棋士は、多くの人に将棋を知ってもらえるように従来以上に努力しなければならない段階に達している。先ずは観るファンを増やすことが大事である(西尾明6段)〔大川16〕。

例えば、近年、「将棋電王戦」が脚光を浴びている。電王戦は共同主催者ダウンゴの「ニコニコ動画」を通じてライブ配信され、毎回数百万人の視聴者を集める一大イベントに成長している。電王戦では普段将棋に余り関心のない人達も、電車の中でスマートフォンの画面に映し出される「人間対コンピュータ」の熱戦に見入っている。また対局の大盤解説会が催される会場では、客席最前列に若い女性は何人も座っている光景が珍しくない。従来の将棋ファンとは明らかに異なる新しい客層は、基本的な定跡すら知らない。棋譜の進展や解説をほとんど理解できないはずであるが、「人類的存在価値」を賭けて防戦する人間棋士の姿は、将棋を知らない多くの人にとってスリリングな「エンタテインメント」となっている〔小林15〕。

最近の棋士はとかく昔に比べて大人しいと言われるが、若手棋士は品が良く、適度に大人しく、しかし適度に明るい。若い女性は「将棋、あれって難しくない? ヤバくない?」と言う。「ヤバイ」という言葉は若者がポジティブな意味で用いる。「ニコニコ生放送の影響で、将棋は指さないけど見ることを楽しむファンが増えて来た。そういう

方は棋士に魅力を感じている」「ニコニコ生放送など新しいものが出て来て、ファンも増えている」という指摘がある（村山慈明7段）[大川16]。行方尚史8段は「終盤で1分将棋というギリギリの状態、わけのわからない局面を肩で息をしながら戦っている姿というのは、絶対に何かを感じるはず」と言う[大川16]。千田翔太5段も「対局の臨場感は今後なくなる訳ではない」と言う[大川16]。

囲碁でも、同様の動きが見られる。日本棋院は、2017年3月21日～23日、大阪・日本棋院関西総本部で「ワールド碁チャンピオンシップ」を開催すると発表した。日本で6冠を持つ井山裕太6冠、中国代表（ビー・イクテイ9段）、韓国代表（パク・ジョンファン9段）と人工知能を応用した囲碁ソフトの4者がリーグ戦で世界最強を争う。著しい進化を見せる人工知能が参加する初の国際棋戦となる。人工知能代表は日本で開発された「Deep Zengo」であり、2016年11月に趙治勲名誉名人と対局し、1勝2敗と善戦した。優勝賞金は3,000万円であり、予選を行わない対局での金額としては破格である。それだけ世間の人工知能に対する関心が高まっている証左である。井山6冠は「急激に力を付けている人工知能との戦いは、ぜひ体感したいと思っていました。文字通り世界ナンバーワンをかけた戦いでもあり、わくわくしています」「進化する人工知能は脅威ではあるが、人間が知らなかった側面を見ているかもしれないので、かねて体感したいと思っていた」と語った。勝敗はもちろんであるが、人工知能がどのような新手を創造するかが注目されている。

一方、グーグル傘下の英国「ディープマインド」社デミス・ハサビスCEOは、2017年1月5日、非公式のネット対局で世界トップ級のプロ棋士を次々と破って60連勝を成し遂げた「Master」が同社が開発した「Alpha 碁」の進化版であることをTwitterで明らかにした。対戦相手には井山6冠も含まれ、その強さが話題になっていた。

## 8. 最後

世界的な人工知能研究者のレイ・カーツワイルは、人工知能が人間の情報処理能力を上回る特異点「シンギュラリティ」に至ると、人間生活は後戻りできないほど変容する、と指摘する。現時点で、人工知能の脅威を間近に感じるところで生活している人は少ない。2030年と推定される「シンギュラリティ」が到来すると、私たち一人一人今の将棋界のトップ棋士のように失職リスクやアイデンティティについて嫌でも考えさせられるようになる。本稿は、そのような近未来の私達の状況を先取りした将棋界について考察した。

人の暮らしはどのように変わるのか。例えば、人工知能によって、様々な仕事が代替され、多くの職業が姿を消すことが懸念される。人間より人工知能の方が賢く有能となった場合、人間はどのようにプライドを保つのか、果たして人工知能とどのように「共存」して行けば良いのかなど、「課題」は尽きない。そのような「課題」にいち早く直面しているのが、将棋のプロ棋士である。

2016年に入り、米国マサチューセッツ工科大学が、最近の人工知能の創造性について、「人間のクリエイティビティに疑問を呈する」と論文を書いた。「創造性」とは、脳で考えるものであるが、脳的作用は化学反応でしか過ぎず、人工知能が芸術を生むことは必然である、という趣旨である。バリエーションやコンビネーションを駆使し、これまで芸術家たちが手掛けて来なかった独創性の高い音楽や絵画や詩を作ること人工知能なら可能とされる。むしろ、人間の感性の幅が狭いため、人工知能による独創的な作品を受け入れられるかどうか課題となる[池谷16]。人工知能が発達すれば、人間の聖域は「創造性」であると指摘する人がいるが、実は「創造性」の面でこそ、人工知能が人間を凌駕する領域であることが棋士の発言から分かって来る。山崎隆之8段は「ソフトは研究将棋というイメージがあるかもしれませんが、人間より自由なんです。いままでは人間の方がいわゆる機械っぽく堅い将棋を指していたの



が、ソフトが出てきてからみんなもっと自由に、奔放にやってもいいんだということが分かった。固定観念から取り除かれたんです」と指摘する[大川 16]。

人工知能の実力はトップ棋士を凌駕しつつあり、プロ棋士の存在価値が問われない状況にある。プロ棋士がソフトに存在価値を問われる現状は、「シンギュラリティ」到来を前にした人間の姿を連想させる。産業革命による技術革新によって生産性の低い仕事がなくなったように、将来、人工知能に代替されて不要となる職業は必ず出現する。その意味で人工知能との戦いに苦悩する棋士たちは、一般人に先駆けて、人工知能の脅威に直面している。人工知能の発達はとどまるところを知らず、いつ誰が、現在の棋士が置かれているような状況に立たされるとも限らない[大川 16]。「将棋」で人工知能が人間と対局する「電王戦」において、人工知能が人間の能力を上回る「シンギュラリティ」に対し、棋士、ファンの間に「受容」する側面と「反発」する側面が両立する。電王戦によって、将棋ファンが増える、新しい棋譜が生まれるなどの「受容」面がもたらされる一方、「チェス」「囲碁」とは異なる精神（作法）の不在につき「焦燥」する面がある。

将棋で「シンギュラリティ」が到達した時、人工知能と人間の次なる勝負は「ポーカー」になりそうである。「ポーカー」は、1チップから手持ちの全額を賭ける「オールイン」まで、好きなだけ賭けて良い。自分の手が強ければ、より大勝ちを狙って賭け金を釣り上げて良いし、弱い手ならハタリをかまして相手に降りてもらうこともある、難しいゲームである。その難しさのため、1990年以降多くの人工知能の研究者たちは「ポーカー」に注目して、今日では人工知能プログラムを評価する最も重要な指標になっている。将棋や囲碁と異なり、ポーカーは十分な情報を得ることが出来ない「不完全情報ゲーム」である。どのプレイヤーも完全な情報を持ち合わせていない。つまり、データが不十分な状態においても、最善手を決定できるアルゴリズムが求められる[Tung16]。このような状況下、カーネギーメロ

ン大学が開発した「クラウディコ (Claudico)」は2015年に行われた前哨戦で善戦した。今後行われる公式戦で、人工知能が人間の心理作戦にどう対応するか、注目されている[本田 16]。

#### 参考文献

- [Levinovitz 16] Alan Levinovitz (2016) "The Mystery of Go", Wired (Vol.20), コンデナスト・ジャパン, 91p.
- [Tung 16] Cameron Tung (2016) "Humans Out-Play an AI at Texas Hold'em-For Now", Wired (Vol.20), コンデナスト・ジャパン, 92p.
- [Kurzweil 05] Kurzweil, R. (2005) "The Singularity is Near", Duckworth Overlook
- [甘利 16] 甘利俊一 (2016)「脳・心・人工知能」, 講談社, pp.191-192
- [池谷 16] 池谷裕二 (2016),「週刊東洋経済 (2016.10.8)」61p.
- [伊藤・松原 13] 伊藤毅志・松原仁 (2013)「羽生善治氏の研究」,『人工知能学会誌 (28巻5号)』
- [大川 16] 大川慎太郎 (2016)「不屈の棋士」, 講談社
- [小林 15] 小林雅一 (2015)「AIの衝撃」, 講談社, pp.194-195
- [コンピュータ将棋協会 12] コンピュータ将棋協会 (2012)「人間に勝つコンピュータ将棋の作り方」, 技術評論社
- [西条他 16] 西条・木内・植田 (2016)「アイドルが生息する『現実空間』と『仮想空間』の二重構造」, 江戸川大学紀要 No.26
- [谷口 14] 谷口忠大 (2014)「イラストで学ぶ人工知能概論」, 講談社, 142p.
- [中谷 16] 中谷一郎 (2016)「意志を持ち始めるロボット 人類が創りだす衝撃的な未来」, KK ベストセラーズ, 92p.
- [西垣 16] 西垣通 (2016)「ビッグデータと人工知能」, 中央公論新社, pp.65-66
- [橋本 16] 橋本崇載 (2016)「棋士の一分」, KADOKAWA.
- [本田 16] 本田幸夫 (2016)「人工知能の今と未来の話」, PHP 研究所, 25p.
- [松尾・塩野 16] 松尾豊・塩野誠 (2016)「人工知能はなぜ未来を変えるのか」, KADOKAWA, pp.9-10
- [松原 13 (1)] 松原仁 (2013)「人間の知能をコンピュータ上に再現する」『日本バーチャリアリティ学会誌』第18巻3号, 2013, 24.
- [松原 13 (2)] 松原仁 (2013)「コンピュータ囲碁の展望」『人工知能学会誌』第28巻5号, 2013, 783p.
- [松原 14] 松原仁 (2014)「人工知能とは？ (7)」『人工知能学会誌』第29巻1号, 2014, 81p.
- [三宅・森川 16] 三宅陽一郎・森川幸人 (2016)「絵でわかる人工知能」, SBクリエイティブ
- [山崎 16] 山崎隆之 (2016)「竜王戦で将棋ソフトに完敗」『日経ビジネス (2016.11.07)』72p.
- [山下 12] 山下宏 (2012)「囲碁と将棋のプログラミングの違い」『人工知能学会誌』第27巻2号, 2012, 211p.
- [週刊東洋経済 (2016.10.8)] 59p.



「週刊ポスト (2016.8.5)」, 小学館, 132p.

日刊工業新聞 (2016 年 7 月 1 日, 7 月 8 日)

日本経済新聞 (2016 年 11 月 30 日, 12 月 27 日, 2017 年 1 月 1 日)

読売新聞 (2016 年 12 月 25 日, 12 月 27 日, 2017 年 1 月 6 日)

www.silverstar.co.jp

#### 《注》

- (1) 読売新聞が主催する竜王戦は優勝者賞金が 4,320 万円であり, 7 つあるタイトル戦のうち最大の賞金額である。そのため, 全タイトル戦の頂点とされる。
- (2) 将棋はチェスに似ているが, 敵から取った駒を再利用できるという持ち駒のルールが存在により, 量的にも質的にもチェスとはゲームとしての性質が異なり, チェスで有効だった手法がそのままでは将棋に適用できなかった。
- (3) 三浦弘行 9 段が一躍注目を集めたのは 1996 年である。当時, 羽生 3 冠が空前絶後の「7 冠」(竜王, 名人, 王位, 王座, 棋王, 王将, 棋聖の 7 大タイトルすべてを同時に保持) を達成し, 社会現象にもなった。その羽生 7 冠に棋聖戦で挑戦して, 見事に勝利し, 「7 冠独占時代」に終止符を打った。現在も約 160 人の棋士の序列を決める「順位戦」の中で, わずか 10 名のトップクラス「A 級」に在籍している。