

特集 「エンターテインメントとAI」

# コンピュータ将棋はどのようにして アマ4段まで強くなったか

## How Shogi Programs Become Such Strong As Amateur 4-dan

松原 仁  
Hitoshi Matsubara

公立はこだて未来大学/さきがけ21  
Future-University Hakodate/PRESTO.  
matsubar@fun.ac.jp

滝沢 武信  
Tkanobu Takizawa

早稲田大学  
Waseda University.  
takizawa@mn.waseda.ac.jp

**Keywords:** game playing, Shogi (Japanese Chess), search, evaluation.

### 1. はじめに

将棋のプログラムは最近かなり強くなった。インターネット上で最も人気があり、毎晩数千人がオンラインで対局しているネット将棋道場「将棋倶楽部24 (<http://www.shogidojo.com/>)」では将棋のプログラムが人間に混じって戦っており、早指し（持ち時間の短い対局）では人間のアマチュア4段と互角以上の成績を収めている。アマチュア4段といえば普通のアマチュアよりはるかに強く、地区代表クラスに近付いている。本稿では最新のコンピュータ将棋がどのようにしてここまでの強さに到達したか、もっと強くするためには何が欠けていると考えられているかを説明する。内容の都合上、部分的に将棋の知識を前提とした記述があることをお許しいただきたい。

### 2. 題材としての将棋の難しさ

まず最初に簡単にアプリケーションとしての将棋の難しさについて確認しておきたい。将棋は二人・零和・有限・確定・完全情報ゲームなので、理論的には必勝法が存在する。すなわち、先手と後手がともに最善を尽くせば、先手必勝、後手必勝、引分け、のいずれかのゲームである。オセロ、チェスと同じタイプのゲームではあるが、それらのゲームより場合の数の総数が大きい [松原95]。オセロが10の60乗、チェスが10の120乗なのに対して将棋は10の220乗にも達する。そのために、オセロとチェスではすでにコンピュータが人間の世界チャンピオンに勝っているのに、まだ将棋はアマチュアクラスに留まっている。ちなみに同じタイプでコンピュータに最も難しいゲームは場合の数が10の360乗にもなる囲碁である（コンピュータ囲碁の実力はまだアマチュ

アの4、5級レベルである）。まだコンピュータのほうが人間より弱いゲームとしては、将棋と囲碁以外にコントラクトブリッジやポーカーなどがあげられる。

将棋は日本では最も人気がある思考ゲームで、1000万人以上のファンを持ち、100人以上のプロ棋士を有する。単行本、雑誌も多数出版されている。人工知能の立場からは「閉じた人工的な題材」として切って捨てられかねないが、同じタイプのゲームでも、例えば三目並べ(○×)と将棋とを同列に扱うのはやはり間違っている。これだけの人をずっと引き付けているということは、将棋は実質的には「開いた現実の題材」なのである。将棋の必勝法を見つけられるかどうかは将来にわたって怪しいと言わざるを得ない（あれだけ場合の数が小さいオセロですらまだ必勝法は見つかっていない）。

将棋の一局は大きく分けて序盤、中盤、終盤という三つの場面に分類される。序盤は過去の定跡を参考にして駒組を行う。中盤は互いにいい陣型を目指しつつ戦端を開こうとする。終盤では自分の玉と敵の玉の相対的な危険度を考慮しつつ一手先に敵玉に迫ろうとする。したがってコンピュータ将棋は、あるときは辞書的なデータを用い、あるときはヒューリスティクスを用い、またあるときは深い推論を行うことになる。必然的にコンピュータ将棋のプログラムはさまざまな手法を組み合わせた複雑なものにならざるを得ない。人工知能のアプリケーションとしてはかなり大掛かりなものに属することになる。余談ではあるが、この複雑さのためにコンピュータ将棋を題材とした研究の評価が難しい（論文も書きにくい）と言われている。1か所や2か所だけを変更するといった工夫ではなかなか強くならず、たくさんの工夫によってようやく強くなることができるので、「筆者が開発したこの新しいアルゴリズムによってコンピュータ将棋は明らかに強くなった」という主張がしにくいのである。

### 3. コンピュータ将棋の歴史

1997 年 5 月にチェスのプログラム Deep Blue が Kasparov を 6 回戦制の試合で破った頃、コンピュータ将棋の実力はアマチュア 2 段より少し上くらいであった。2000 年 3 月に第 10 回コンピュータ将棋選手権が行われた。日本将棋連盟棋士 (六段) でありコンピュータ将棋の研究者でもある飯田弘之 (静岡大学) によれば、そこでの上位ソフトはアマチュア 4 段くらいである。筆者の一人である松原は市販の将棋ソフトの強さを次の一手問題を解かせることによって評価しているが、最近の将棋ソフトの強さはアマチュア 4 段の人間とほぼ同じである [松原 98, 松原 01]。

初期のコンピュータ将棋には筆者の一人の滝沢のもの [滝沢 76, 滝沢 82, 滝沢 82-85], 大阪大学の奥田, 牧野, 木澤のもの [奥田 77, 奥田 78], 東京農工大学の小谷のものがある。滝沢のものは 1974 年 11 月から開発を行っていた。1979 年に大阪大学と対戦 (大阪大学の勝ち), 1981 年に農工大学と対戦した (滝沢の勝ち)。いずれも, PC ではなく, いわゆる共用のコンピュータ上で開発されたものである。始めの頃の将棋プログラムのアルゴリズムは原始的な min-max 法あるいは  $\alpha$ - $\beta$  法であり, それと少数の定跡や簡単な手筋データベースから適用できる手を選び, ゲーム木の展開と刈込みを行うものであった。また, 大阪大学のプログラムの詳細は不明だが, 滝沢のものは FORTRAN 言語で書かれており (一部 Assembly 言語), 実行部約 6 000 行 (その他定跡や手筋の登録部約 4 000 行) であった。また, 小谷のものは Lisp 言語で書かれていた。2001 年 3 月に行われた第 11 回世界コンピュータ将棋選手権の出場ソフトのプロフィールを見ると, 大半が C または C++ 言語で書かれており, FORTRAN や Lisp で書かれているものは全くない。調べる局面の数は, 滝沢のものは最大 4 096, 小谷のものは理論上は最大 3 000 だが, 実際は 200 ないし 300 であった。滝沢のものは, 基本的には全幅探索で  $\alpha$ - $\beta$  法に基づいていたが, ノード数の少なさをカバーするため, 不完全ではあるが反復深化法を用いていた。また, 読みの深さに特別な制限をしていなかったため, 最大で 20 手以上の深さまで読んでいた場合があった。この後, 1983 ~ 84 年から PC 上で動く将棋ソフトが次々と開発され, 売り出されるようになり, 今日に至っている。

現在の主力アルゴリズムは  $\alpha$ - $\beta$  法の変形である PVS 法である [Marsland 83]。従来の  $\alpha$ - $\beta$  法では最前手と同時にその手の評価も正確に (評価関数の値を用いた上で) 求められるが, 実際に必要なものは, 「手」だけであるため, 良い手であることが保証されるのであれば, その正確な評価は必要ない。このような考え方で手を求めていくものである。合法的な局面の集合からコンピュータで表現できる数値の集合への 1 対 1 の関数をつくり, さ

らに, その数値を利用して局面を適当な表 (ハッシュ表という) に載せておくと, 千日手のチェックや, 読み筋のなかでの局面の重複 (根局面からの手による局面のつながりは実際は木 (tree) ではなく, ネットワークであるので, 同じ局面が読み筋のなかに複数回出てくることもまれではない) をチェックすることができて便利である。この手法も最近の多くの将棋プログラムで採用されている。ただし, チェスの場合と異なり, 盤面や手番は同じだが, 持駒だけが異なるケースもあり, 例えば, ある局面とその数手後の局面が, 盤面は同じで, 後の局面のほうの持駒のうちある局面での手番の側の歩の個数が 1 少ない場合は, 後の局面に進むと明らかに不利になる。そのような場合もチェックできる。2000 年の大会で優勝した IS 将棋の場合は, さらに, 相手の玉に詰めよを掛けた後, 相手からこちらの玉に王手を数回連続して掛けられ, その後に手を戻されたときには, とりあえず, 局面とともに記憶してある手順を読むことにより, 早く相手の玉の詰めを発見できるようにするなどの工夫がしてあった。また, 読み筋のなかで, よさそうな手が得られた場合, さらに深く読んでみると相手にも良い手がありそのよさそうな手が本当は良い手ではない場合も含めて, そのような手 (キラームーブ) は読み筋の別の場所でも良い手である場合が多い。このような手をキラームーブリストに登録しておく, 読み筋の展開に役立つ場合が多い。この仕掛けも最近の将棋ソフトに採用されることが増えつつある。

1986 年には「コンピュータ将棋協会 (CSA) (<http://www.ff.ij4u.or.jp/~jun1/csa/>)」が設立され, 将棋プログラムに関するいろいろな活動を行っている [CSA 87-00]。発足の直後から今日まで 2 か月に 1 回に例会, 毎年 1 回の資料集発行をし, さらに 1990 年からは日本将棋連盟の協力を受け, 「コンピュータ将棋選手権」(2001 年からは「世界コンピュータ将棋選手権 (World Computer Shogi Championship: WCSC)」) を主催している (CSA のホームページに結果と棋譜が載っている)。また, コンピュータ将棋に関する研究やその啓蒙活動に功績があった人々へは CSA 賞を贈り表彰している。CSA の活動としては, このほかに Game Programming Workshop の主催 (1994 年より) [松原 94-99], International Conference on Computers and Games (1998 年より) [van den Herik 99] の共催, 情報処理学会ゲーム情報学研究会への関わりがあげられる。

コンピュータ将棋選手権は, 1990 年から行われており, 第 1 回には招待 2 を含め 6 個のソフトが参加した。優勝は「永世名人 (強化版)」であった。2000 年には 45 個のソフトが参加した。優勝は「IS 将棋」である。飯田 (プロ) 六段によれば, 上位ソフトの実力は 4 段弱だそうである。また, 2000 年の選手権では「金沢将棋」が 4 位に終わったが, これは関係者にはちょっとした驚

表1 コンピュータ将棋選手権の成績

回	日程	参加ソフト数	優勝	第2位	第3位
1	1990.12.2	6	永世名人	柿木将棋	森田将棋
2	1991.12.1	9	森田将棋	極	永世名人
3	1992.12.6	10	極	柿木将棋	森田将棋
4	1993.12.5	14	極	柿木将棋	森田将棋
5	1994.12.4	22	極	森田将棋	YSS
6	1996.1.20-21	25	金沢将棋	柿木将棋	森田将棋
7	1997.2.8-9	33	YSS	金沢将棋	柿木将棋
8	1998.2.12-13	35	IS将棋	金沢将棋	Shotest
9	1999.3.18-19	40	金沢将棋	YSS	Shotest
10	2000.3.8-10	45	IS将棋	YSS	川端将棋
11	2001.3.10-12	55	IS将棋	金沢将棋	KCC将棋
G	1999.6.19-20	8	柿木将棋	YSS	IS将棋, KCC将棋
M	2000.8.21-25	3	YSS	Shotest	TACOS

(注)・Gはコンピュータ将棋王者戦、第9回の選手権の上位8ソフトで争われた。  
・MはLondonで開催されたMinds Sports Olympiad、3ソフトで争われた。

きであった。なぜならば、「金沢将棋」(前身は「極」)は第2回から参加しているが、出場8回のうち優勝5回(第3回から第6回までの4連覇を含む)、2位3回という超強豪ソフトで、「CSA永世選手権者」の称号を持つものだからである。2001年3月に行われた「第11回世界コンピュータ将棋選手権」への参加数は過去最大の55であった(金沢将棋は第2位に復活した)。上位ソフトの実力は確かにアマチュア4段程度であると評価された(コンピュータ将棋選手権について、詳しくは表1を参照)。

数年前までは、コンピュータ将棋は「序盤と、詰めがある局面では強いが、詰めの一手手前では、まだまだ人間のほうがはるかに強い」といわれていたが、最近のものは、「詰めの数歩手前でもコンピュータのほうが正確かもしれない」ようになってきている。実際、人間のアマチュアの4、5段がコンピュータ将棋選手権の終盤を見ているコンピュータの読みに追いつかないことが多い。このところ、1年で1段の半分くらいの割合で強くなっている。このまま線形に進むなら10年以内にはプロ棋士に勝つソフトが出てくることが考えられるようになった(早指しではすでにコンピュータ将棋がプロ棋士に勝利した例も非公式ではあるが存在する)。

#### 4. コンピュータ将棋で使われている主な手法

将棋ソフトはある特別の手法によって急に強くなったものではなく、さまざまな手法を組み合わせるソフトとしての完成度が上がってきたといえる。ここでは将棋ソフトで使われていて強さの向上に貢献していると思われる手法について断片的に述べる。どの手法が強さの向上にどの程度貢献しているかを定量的に分析するのは事実上不可能なので、ここの記述は主な将棋ソフトのプログラマに対するアンケート結果ならびに著者の考察に基づいている。さらに詳しくは他の解説[松原 93, 松原 95]あるいは拙書[松原 94, 松原 96-00, 松原 97]を参照していただきたい。

将棋ソフトのほとんどはCもしくはC++で記述されており、行数は数万行(2~7, 8万行程度まで)である。定跡データベースを持っていて、序盤は敵がその定跡に追従してくれる限りはノータイム(将棋用語で考えることなくの意)で定跡の手を指す。ソフトによって定跡の数は公称数百から100万オーダーまでかなり違いがあるが、何をもって定跡の一単位とするかが異なるので、いちがいに比較はできない(例えば先手の一手目の7六歩が1回しか数えられていない場合もあり、何百回も重ねて数えられている場合もある)。市販版はユーザである人間を飽きさせないために多めに定跡を入れる傾向があるが、コンピュータ相手の選手権では得意戦法の定跡に絞っていたりする。コンピュータ将棋選手権の上位のほとんどは市販ソフトが占めているが、市販ソフトそのものはライバルに分析されてしまうので、市販ソフトのチューンアップ版を出場させている(一般用の車とレース用の車の違いである)。分析も統計的に綿密に行われる。自分のソフトAが先手でライバルソフトBが後手で、Aが戦型Cを採用してBが戦型Dを採用した場合の勝率を100回も1000回も実際に戦わせてデータを取る(自動対局という設定にして24時間コンピュータどうしにやらせればよいので、人間の負担は少ない)。およそ考えられるすべての組合せについてデータを取り、自分のソフトの勝率が最も良くなる戦型を選手権では採用するのである(同じ相手でも先手後手が変わると状況がまったく変わるので、後手の場合も同様にデータを取る)。したがって、選手権では対戦相手ごとにソフト本体やデータベースを変更するのはごく当たり前である。敵もちろん同様の分析をして臨んでくるので、敵のソフトだけでなくそのバックにいるプログラマのことまで考慮に入れる必要がある。コンピュータ将棋のレベルも上がってきて、以前は序盤でかなり不利になっても終盤の力で逆転する(かつての森田将棋がそのパターンであった)ことができたが、いまは序盤でかなり不利になるとそのまま負けにつながってしまうことが多いので、戦型の選択はコンピュータどうしの対戦において非常に大切である。ちなみに最新の2001年の選手権では矢倉模様の戦型を選ぶソフトが多かった。

定跡はそれだけを記憶していてもあまり意味がなく、敵が定跡から外してきたとき(定跡の手より悪いはずの手を敵が指してきたとき)にそれを正しくとがめる手を指せないといけない。人間が定跡を覚えるときには定跡の手にどういう意味があるかを考えながら覚えるので外されたときもとがめられるのだが、コンピュータに丸暗記させる方式だと定跡を外した手一つ一つに対してそれをとがめる手を具体的に教えなければならない。定跡のいわば枝葉の部分もデータベース化するのは大変で、まだ部分的にしかなされていない。チェスの序盤は(コンピュータチェスの出現以前から)膨大な分析がなされてきたので序盤データベースの作成が容易であったが、将

棋にはそういう習慣がなかったという事情も存在する。

ソフトが持っている定跡データベースから外れるといよいよ先読みが始まる。 $\alpha$ - $\beta$ もしくはその改良版であるPVSを用いるのが一般的である。 $n$ 手先まで読むのにまず一手先まで、次に二手先まで、と一手ずつ読みを深くしていき、毎回評価値の順に手をソートするという反復深化([松原 1995]に説明が載っている)がチェス同様に将棋でも非常に有効であることが経験的に確かめられている。読みの深さはソフトによって異なるが、通常は七・十手程度で場合によっては(例えば駒がぶつかっている場合など)十五・二十手程度まで読むのが普通となってきている。この「場合によっては深く読む」ことは選択的深化と呼ばれ、最近の将棋ソフトの強さの一因と思われる。例えば駒がぶつかっている局面で先読みを止めて形勢を判断しても間違いが起きやすいので、駒の取り合いが終わるまで先読みしてから形勢を判断しようという意図である。ゲームのプログラムが陥りやすい現象に水平線効果([松原 95]参照。将棋では、例えば意味もなく敵玉の頭に歩を打つ王手を繰り返すといったところにこの水平線効果が現れていた)があるが、この選択的深化を用いることでかなり解消できている。さらに敵の考慮時間にも読み続ける(これにも反復深化の手法は有効である)。将棋の難しさは分岐数が大きすぎて(チェスの35に対して将棋は80)チェスで成功した全数探索が機能しないことである。そこで多くのソフトでは「先細り型前向き枝刈り」の手法を採用している。見込みの高そうな枝だけを残して残りの枝を刈るのが「前向き枝刈り」であるが、読みの一手目とか二手目の浅いところでたくさんの枝を刈るのは危険(最善手を刈ってしまう危険がかなりある)なので、浅いところはたくさんの枝を残し、深くなるにつれて少しの枝だけを残すように工夫したのが「先細り型前向き枝刈り」である。1秒間に数千から数万の局面を読んでいる(ちなみにチェスのディープブルーは1秒間に2億の局面を読んだ)。

前述したように将棋の探索は木ではなくネットワークになるので、読みのなかで同一局面が何度も出現する。それをむだにしないためにハッシュ表を用いてすでに読んだことのある局面を効率的に保存しておくのが普通である。一手ごとの変化は全体から見れば小さいので、毎局面で最初から計算するのではなく一手前の局面からの差分だけを計算するという工夫も一般的である(細かい工夫は取り上げていくときりがないので省略する。代表的な工夫は[松原 93, 松原 95]参照)。形勢判断に用いる静的評価関数は、駒の損得、駒の働き、玉の堅さの3要素(将棋の入門書には必ずこの3要素が大事と書いてある)を細かく分けた数十~100数十ぐらいの小要素の評価値の線形和をとっているものがほとんどである。非線形を部分的に取り入れているものはあるが、非線形の計算には時間がかかるので、全体は線形和を取っている。要素をどれくらいに分解するか、どの小要素をどれくら

いの重み付けにするかはソフトの強さに本質的に影響するが、この部分はプログラマが経験に基づいて職人芸的に決めているのが現状である。いずれにしろ、プロ棋士の頭のなかにあるはずの静的評価関数に比べればはるかに精度が悪いのは確かである(チェスの場合は評価関数の精度の悪さを読みの深さで補うことに成功したが、将棋はまだ補えていない)。

人間相手では問題にならないが、コンピュータ将棋選手権で良い成績を納めるためには時間配分を適切に行うアルゴリズムが重要になってくる(ちなみに2001年の選手権は各ソフトの持ち時間は25分でそれを使い切ったら自動的に負けとなる)。序盤はなるべく定跡データベースを使って時間を節約し、大事な中盤で時間を使うようにしている。終盤で残り時間が短くなってきたら読みの深さを徐々に浅くしていく(人間も残り時間が切迫するとあせって悪い手を指しがちなように、コンピュータも弱くなってしまう)。このアルゴリズムも非常に複雑で職人芸的である。以前は時間切れを恐れるあまりに必要以上に早く指してしまうソフトが多く見られたが、最近はしっかり調整して持ち時間を有効に使うことができるようになってきた。

詰め将棋という将棋に基づいたパズルにおいては1990年代に野下、伊藤、河野、脊尾など[伊藤 95, 脊尾 98]によって劇的にコンピュータの能力が進歩し、プロ棋士の名人相手よりも圧倒的に解くのが速くて正確になった。詰め将棋はうまくやれば必ず詰むようにできているパズルなのに対して、実戦の将棋は詰むか詰まないかわからないので、状況設定としてははるかに難しい。脊尾が初めて共謀数([松原 93, 脊尾 98]に詳しい説明がある)を詰め将棋に適用してその有効性を示した。最良優先探索をするときのヒューリスティックスとしてこの共謀数(将棋では具体的には玉の詰みやすさ=王手に対する玉型の応手の総数)を用いたのである。これだけだと詰め将棋のように詰むことを前提にしたときはいいが、詰むか詰まないかわからないときに詰まないと判断するのに時間がかかってしまう。長井が共謀数の改良版である証明数と反証明数を用いる新しいアルゴリズムを提案した[Nagai 98]。証明数が詰みやすさに対応し、反証数が詰みにくさに対応している。両方を用いることで詰みそうにないときの見切りが速くできるようになった。長篇の詰め将棋も短時間で解けるようになった(見込みのない枝をすぐに見捨てられるようになったためである)し、将棋の実戦にも使いやすくなったのである。最近の将棋ソフトの終盤は詰む少し前からとても強い。詰めろをかける、詰めろ逃れの詰めろをかける、必死をかけるなど普通にできるようになっている。詰むときは三十手ぐらいや四十手ぐらいは一瞬のうちに詰めてしまう。この段階ではアマチュア5段よりも強い。実際、プロ棋士どうしの対戦の検討をするときに将棋ソフトの判断を仰ぐまでになっている。

## 5. いまのコンピュータ将棋に欠けているもの

将棋ソフトは以前に比べてだいぶ強くなってきたが、まだまだプロ棋士のレベルにまで達しない。いま現在の最大の弱点は中盤の戦いが始まる前後である。一度戦いが始まって駒がぶつかりだすと直前に深く読んで正確な判断が下せるのだが、陣型を整えてさてどこから戦いを起こすのが最善かという構想を練ることができない。構想を練るという表現をするとコンピュータには当然できそうにないが、十分に深く先読みができれば結果的にいい構想を練ったことになるはずである。ということは、将棋ソフトの読みがまだ浅すぎるのである。改善するにはソフトウェアの余地もちろんあるが、ハードウェアの余地も大きい。チェスは専用コンピュータが当たり前であったが、将棋ではまだ一つもつくられていない（将棋の場合は市販ソフトのプログラマが上位を占めていて、彼らには将棋専用コンピュータをつくるメリットがないという事情もある）。もうそろそろ将棋専用コンピュータを試作する時期がきていると思う。

プロ棋士の将棋も最近大きな進歩があった。昔はプロ棋士どうしの対局でも序盤はどうでもよくて勝負が決まるのは終盤と考えられていた。ところが多くの若手棋士が終盤に強くなり、間違えなくなったので、序盤中盤で優勢だったほうがそのまま逃げ切ることが多くなった。そこで勝負どころが終盤から中盤へ、さらには中盤から序盤へ、と遡ってきたのである。いまでは序盤のちょっとしたミスが命取りと言われていて、将棋ソフトは前述したように中盤が弱いので勝負どころは結果的にそのあたりになっているが、その弱点が解消されればプロ棋士の歴史をなぞって序盤が勝負どころになるはずである。そういう目で見ると、いまの将棋ソフトの序盤はまったくお粗末である。一手一手の意味がわからずに指している状態である。外れても適切に対応できる柔軟な足跡データベースの作成を含め、今後の将棋ソフトの開発努力は序盤に向けられるはずである。

人間に普通にできて将棋ソフトにできていないのが学習である。将棋ソフトで学習機能を有するものはほとんどない。理由は簡単で、学習アルゴリズムで将棋にまともにも適用できるものがないからである。どれもが必要な試行回数を試算すると学習させるのに何年もかかるとか必要なメモリが論外な大きさになるとかいうのばかりなのだ（バックギャモンではうまくいった強化学習も将棋ではまともには使えない）。それならプログラマがハックしたほうがよいに決まっている。しかし人工知能、特に機械学習の立場からすると、たかが将棋のような（世の中にある無数の問題のなかでは）比較的やさしい題材に適用できる学習アルゴリズムが存在しないというのは深刻に受け止める必要があると思う。機械学習の研究はずっとうまくいかないから研究者は一生食うのに困らな

いといった冗談を言っている場合ではない。

## 6. おわりに

コンピュータ将棋がいかにしてアマチュア4段クラスまで強くなったかについて述べた。少数の優秀な手法によって強くなったということではなく、多数の比較的普通の手法を経験的にうまく組み合わせる地道に強くしていったというのが正しい捉え方であろう。90年代になって、コンピュータ将棋協会の活動、コンピュータ将棋選手権の開催、ゲームプログラミングワークショップや情報処理学会ゲーム情報学研究会の発足、コンピュータ将棋に関する単行本の出版、などコンピュータ将棋の最新の情報が広く流通するようになってきたことがレベルアップに大いに貢献しているものと思われる。いつ人間の世界チャンピオン（将棋の場合は、名人・竜王）に勝てるかについては、コンピュータ将棋の関係者の間でも意見はさまざまであるが、資源（人、金）を十分に投資すれば10数年以内には実現すると思われる。アマチュア4段という強さはもう多くの将棋ファンの強さを超えている。市販の将棋ソフトをつくる立場からすれば、資源を投下してこれ以上強くしても購買者を増やすことにはつながらないかもしれない。状況は必ずしも楽観を許さないが、人工知能の優れた題材である将棋からチェス同様に数多くの技術が果立っていくことを期待したい。

## 謝 辞

本稿の執筆にあたっては将棋ソフトのプログラマに対するアンケート結果を参考にした。協力してもらった方々に感謝する。またいつも情報交換をしているコンピュータ将棋協会のメンバに感謝する。

## ◇ 参 考 文 献 ◇

- [CSA 87-00] コンピュータ将棋協会: CSA 資料集, 1-13, コンピュータ将棋協会 (1987-2000)
- [van den Herik 99] H. J. van den Herik and H. Iida (Eds.): *Computers and Games, Lecture Notes in Computer Science 1558*, Springer-Verlag (1999)
- [伊藤 95] 伊藤琢己, 河野泰人, 春尾昌宏, 野下浩平: 詰将棋を解くプログラムの進歩, 人工知能学会誌, Vol. 10, No. 6, pp. 853-859 (1995)
- [Marsland 83] T. A. Marsland: Relative efficiency of alpha-beta implementation, 8th International Joint Conference on Artificial Intelligence, pp. 763-766 (1983)
- [松原 93] 松原 仁: ゲームのアルゴリズム, コンピュータソフトウェア, 日本ソフトウェア科学会, Vol. 10, No. 6, pp. 3-18 (1993)
- [松原 94] 松原 仁: 将棋とコンピュータ, 共立出版 (1994)
- [松原 94-99] 松原 仁 他編: ゲームプログラミングワークショップ予稿集, 1-5, コンピュータ将棋協会 (1994-99)
- [松原 95] 松原 仁: 最近のゲームプログラミング研究の動向, 人工知能学会誌, Vol. 10, No. 6, pp. 835-845 (1995)
- [松原 96-00] 松原 仁 編著: コンピュータ将棋の進歩, 1-3, 共立出版 (1996-2000).
- [松原 97] 松原 仁, 竹内郁雄 編: ゲームプログラミング (bit 別冊), 共立出版 (1997)

- [松原 98] 松原 仁, 飯田弘之: 次の一手形式によるコンピュータ将棋の評価(その1), コンピュータ将棋の進歩 2, 共立出版(1998)
- [松原 01] 松原 仁: コンピュータ将棋の次の一手問題による評価(その2), 情報処理学会ゲーム情報学研究会 5 (2001)
- [松原 97] 松原 仁, 竹内郁雄 編: ゲームプログラミング (bit 別冊), 共立出版 (1997)
- [Nagai 98] A. Nagai: A new AND/OR tree search algorithm using proof number and disproof number, ETL Complex Games lab. Workshop (1998)
- [奥田 77] 奥田育秀, 牧野 寛, 木澤 誠: 将棋のプログラムについて, 情報処理学会第 18 回全国大会予稿集 (1977)
- [奥田 78] 奥田育秀, 牧野 寛, 木澤 誠: 将棋の計算機プログラム, 情報処理学会第 19 回全国大会予稿集 (1978)
- [脊尾 98] 脊尾昌宏: 共謀数を用いた詰将棋の解法, コンピュータ将棋の進歩 2, 共立出版 (1998)
- [滝沢 76] 滝沢武信: コンピュータ将棋対戦, bit, Vol. 8, No. 5, 共立出版 (1976)
- [滝沢 82] 滝沢武信, 小谷善行, GPCC 事務局 (竹内郁雄): 将棋計算機対戦, bit, Vol. 14, No. 6, 共立出版 (1982)
- [滝沢 82-85] 滝沢武信: コンピュータによる指将棋システム, 1-3, 情報処理学会第 25 回, 第 27 回, 第 30 回大会予稿集 (1982-85)
- [滝沢 99-00] 滝沢武信: コンピュータ将棋の現状, 1999 春, 2000 春, 情報処理学会ゲーム情報学研究会研究報告集 1, 3 (1999-2000)
- [Takizawa 00] T. Takizawa and R. Grimbergen: Review: Computer Shogi Through 2000, Proceedings of CG 2000 (2000)

2001年3月23日 受理

## 著者紹介

松原 仁は, 前掲 (Vol. 16, No. 1, p. 92) 参照.



滝沢 武信

1951年11月生まれ, 49歳. 1980年早稲田大学大学院理工学研究科数学専攻後期課程単位取得後退学. 1981年玉川大学工学部専任講師. 1985年早稲田大学政治経済学部専任講師. 1992年より同教授. 情報処理学会, 電子情報通信学会, 日本数学会, 日本フuzzy学会, 科学教育学会など各会員. コンピュータ将棋協会会長. 現在の専門は, 人工知能・知識工学の完全情報ゲームへの応用, 数値ゲーム理論の基礎的研究とその応用など.