



4

清水女流王将 vs あから 2010 : コンピュータの思考過程を追う



鶴岡 慶雅¹ 金子 知適²
山下 宏³ 保木 邦仁⁴

1 北陸先端科学技術大学院大学 2 東京大学
3 フリーランス 4 電気通信大学

コンピュータの思考内容

あから 2010 (以後「あから」と略) では、4つの異なる将棋プログラムによる重み付き多数決によって指し手が決定されている。棋譜だけを見れば、コンピュータはそれなりに一貫した将棋を指しているように見えなくもないが、各プログラムの推薦した手を細かく見ていくと、棋風の異なる4つのプログラムが、しばしばまったく異なる手を主張していることが分かる。本稿では、本対局の内容を振り返りながら、プログラムの思考と合議の内容を簡単に紹介する。思考ログの詳細は、情報処理学会の将棋プロジェクトのページからダウンロード可能なので、興味のある読者はそちらも参照してほしい。

コンピュータ将棋プロジェクト特別対局

平成 22 年 10 月 11 日

於・東京大学本郷キャンパス 工学部 2 号館

(持ち時間 各 3 時間 秒読み 60 秒)

▲女流王将 清水市代

△コンピュータ あから 2010

- ▲ 2 六歩 △ 3 四歩 ▲ 7 六歩 △ 3 三角
- ▲ 同角成 △ 同 桂 ▲ 7 八金 △ 4 二飛

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
	皇	将		香		香			皇	▲ 清水
		王	香					桂		二 角
	歩	歩	歩	歩	香	歩	将	歩	歩	三
					歩		歩			四
								歩		五
			歩		歩		歩			六
	歩	歩		歩		歩	桂		歩	七
		玉	金			銀		飛		八
	香	桂	銀			金			香	九

図-1 24 手目 △ 5 三銀まで

- ▲ 4 八銀 △ 6 二玉 ▲ 6 八玉 △ 7 二玉
 - ▲ 2 五歩 △ 8 二玉 ▲ 7 七玉 △ 2 二飛
 - ▲ 8 八玉 △ 7 二銀 ▲ 5 六歩 △ 4 二銀
 - ▲ 3 六歩 △ 5 四歩 ▲ 3 七桂 △ 5 三銀
- (図-1)

あからの序盤作戦については橋本氏による本特集の第3編で詳しく解説されているが、あからの4手目△3三角は、今回の対局のために準備した小さな手作り定跡データベースによる指し手だ。これに対して角交換をせずに▲4八銀とする手もあるが、清水女流王将は自然に▲同角成と受けて立つ。

あから 2010 勝利への道

角をお互いが持ち合った将棋は、いつでも角の打ち込みがあるので人間側が駒組みに神経を使う。どちらかが一方的に押さえ込まれる将棋にもなりにくいので、コンピュータ側としてはありがたい展開だ。12手目の△7二玉までは、コンピュータ側は定跡データベースを参照しているだけで、ほとんど自分では思考してない（探索が行われていない）。

最初にコンピュータ側から見た評価に少し動きがあったのは23手目に先手が▲3七桂と跳ねたところだ。この手は、後手から△2五桂といきなり捨てて、▲同飛△2四歩▲2八飛に△2五歩と歩を突き出してくる手順を警戒した手だと考えられるが、△2五歩と突き出されても▲3八金で飛車先が受かるので、すぐに△2五桂と跳ねだすのはさすがに無理だろう。あからとしてはこの局面での先手の指し手は▲5七銀だと予想していて、その後△5三銀あるいは△9四歩のような展開で互角と判断していたが、▲3七桂を見てコンピュータ側の評価がわずかに後手側に傾いた。

図-1は、▲3七桂に対して後手が△5三銀と上がったところ。あからが予想する先手の指し手は、ここでも▲5七銀だが、清水女流王将の実際の指し手は▲9八香。穴熊囲いの構築を目指した手だが、専門的にはすでに3七に跳ねている桂とのバランスが悪いとのことだ。この後△4四角と打たれて、結局先手玉は穴熊に入れなかったことを考えると、あからが予想していたように▲5七銀として後手の銀の進出に対抗する指しの方が良かったのかもしれない。▲9八香を見て、コンピュータによる評価がまた少し後手側に傾く。この時点の評価値としては、-50点から-150点ぐらい（先手から見た評価値、マイナスは後手有利を表す）。一步の価値がほぼ100点なので、一步得の半分ぐらい後手側が有利、という評価だ。

図-1以下の指し手

- ▲9八香 △4四角 ▲7七角 △同角成
- ▲同金 △6四銀 ▲5九金 △4四角
- ▲4六歩 △6五銀 ▲4五歩 (図-2)

	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
	皇	将		変		変			皇	▲清水
		王	飛					飛		二角
	歩	歩	歩	歩		歩	将	歩	歩	三角
					歩	皇	歩			四角
				飛		歩		歩		五角
			歩		歩		歩			六角
し	歩	歩	金	歩			桂		歩	七角
た	香	玉				銀		飛		八角
の		桂	銀		金				香	九角
う										

図-2 35手目 ▲4五歩まで

図-2は、先手玉を睨んでいる後手の4四の角の存在を嫌って先手が▲4五歩と突いた局面。ここで、あからを構成する4つのプログラムの意見が大きく割れた。激指は、素直に△5三角といったん逃げておいて、タイミングを見て△6四角と出る手を狙って後手十分(-345点)と考えている。プロ棋士の方々による解説ではこの手が本筋とのことだ。それに対してBonanzaは、△7七角成(!)といきなり角を切ってしまう、▲同玉△5六銀▲6八金△3五歩と強攻して後手有利(-146点)という読み。過激な攻めを好むBonanzaらしい読み筋だ。

あからが実際に指した手は、こちらも驚きの△4五同桂。▲同桂と取り返されて桂損なうえに、▲5三桂打による金の両取りも見えているだけに相当に激しい手だ。この手は、GPS将棋とYSSが推奨した手で、両プログラムの読み筋は、△4五同桂以下▲同桂△5六銀▲5三桂打△5一金左まで共通で、GPS将棋は、その後▲6六角あるいは▲2七飛のような展開で後手若干有利、YSSは、▲2四歩△同歩▲3三角で後手よし(-462点)という読み。ただしYSSは、深さが8手の読みでは△4五桂、10手読みで△5三角、13手読みで△7七角成、15手読みで再び△4五桂、と読みが深くなるにつれて最善手がころころと変わっているため、YSSにとっても判断が難しい局面だったようだ。



	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
▲	皇	桂		金					皇	▲ 清水
		玉	銀		金		馬	飛		桂
	歩	歩	歩	歩		歩			歩	二
					歩	馬	歩	歩		
						銀				
▽			歩	銀			歩			
	歩	歩	金	歩					歩	
	香	玉						飛		
		桂	銀						香	

図3 60手目 △2二飛まで

図-2 以下の指し手

- △同 桂 ▲同 桂 △5六銀 ▲5三桂打
- △5一金左 ▲6一桂成 △同 金 ▲6六金打
- △4五銀 ▲2四歩 △同 歩 ▲3一角
- △2三飛 ▲4二角成 △7四桂 ▲5七銀
- △8五桂 ▲6八金 △7七桂成 ▲同 金
- △6六桂 ▲同 銀 △5二金打 ▲3二馬
- △2二飛 (図-3)

図-2 から△4五同桂▲同桂△5六銀と進んだ局面で、清水女流王将が53分の大長考に沈む。この局面でコンピュータ側は、ほとんどが本譜の手順どおり金の両取りをかける▲5三桂打を予想していたが、GPS将棋(クラスタ)は、▲2四歩△同歩▲5三桂打△5一金左▲6一桂成△同金に▲3三角と打ち込む展開を予想。どちらの手も有力で難しい局面だが、結果的にはこの大長考によって、先手の持ち時間が残り40分弱となり、後に終盤に入ったときに持ち時間の面で先手が非常に苦しくなることになる。

実は、長考による影響はあから側にもあり、激指とGPS将棋は予測中にメモリを使い切って思考を打ち切ってしまっていた。またGPS将棋(クラスタ)は構成マシンの1台が不調となり停止してしまった。クラスタの構成マシンの不調はほかにも2回あり、そのたびにそのマシンを切り離して再起動

を行った。対する清水女流王将は長考中はそれほど困っている様子でもなく、時折腕組みをされたり飲み物に手をやったりと比較的リラックスされているようにも見えた。白の和服姿で盤上から視線を動かさず読みふける姿は凛としていた。

▲5三桂打から▲6一桂成△同金と進んだ43手目の局面で、清水女流王将は▲6六金打と自陣を固める手を選んだ。解説会場では、粘りがあるという評判の手であったが、コンピュータ側としては、金を手放すことで先手からの反撃が難しくなるため、むしろありがたいと感じたようだ。この局面の予想手は、激指は▲3三角、Bonanzaは▲3三金、GPS将棋は▲2七飛、YSSは▲5三桂不成であった。先手の▲6六金打によりコンピュータ側の評価はさらに大きく後手に傾き、評価値的には-500点~-1000点、すなわち桂馬もしくは銀の丸得に近い差となった。

図-3は、先手の馬による飛車取りに対して△2二飛と馬にぶつけた局面だ。ここであからが予想していた手は▲3一馬。以下、△3六銀あるいは△3二金というのが読み筋だが、清水女流王将の指し手は、馬をあっさり飛車と交換してしまう▲2二馬。後手の飛車は働いていないだけに馬と交換してしまうのはもったいなさそうに見えるが、▲3一馬では先手にとって嫌な手順があったのかもしれない。Bonanzaの評価値は、先手の▲2二馬を受け取った後、200点近く跳ね上がっている。

図-3 以下の指し手

- ▲同 馬 △同 角 ▲8六桂 (図-4)

図-3 から▲2二同馬△同角と進んだところで、先手は▲8六桂と打ち、反撃のチャンスを待つ。8六の桂は後手玉にとっては危険な桂で、角や銀などの駒が先手に入れば、▲7四桂打△同歩▲同桂△7三玉▲8二角のような手順で一気に後手玉は危なくなる。

この局面(図-4)であからが指した手は、なんと△6九金。激指は△3三角、YSSは△4六角を

あから 2010 勝利への道



図-4 63手目 ▲8六桂まで



図-5 66手目 △5七角まで

推薦していたが、Bonanza と GPS 将棋が△6九金で意見が一致したためにこちらが採用された。Bonanza の読みとしては、先手が▲2九飛と引いて受けるのに対して△7九金と銀を取って後手よし (-433 点)。GPS 将棋は、先手が▲7八金と受けたところで△5七角、あるいは△4四角で後手よしと見ているが、いずれにしても金を先手に渡しそうなだけに怖い展開だ。

図-4 以下の指し手

△6九金 ▲7八金 △5七角 (図-5)

図-4 での△6九金は、先手が何もしなければ△7九金と銀を取る狙いだ。△4六角の王手飛車があるため、△同玉と取り返すことはできない。そこで先手は▲7八金と受けたのだが、ここであからの指した△5七角が清水女流王将の意表を突いた。

実は、プログラムの間では、当初、△4四角 (Bonanza, GPS 将棋, YSS が推薦) と△5七角 (激指が推薦) で意見が割れており、通常の思考時間の上限である4分をやや過ぎたところでは、△4四角の票数のほうが△5七角よりも上回っていた。しかし、本特集の第2編で解説されているように、あからはプログラム間の意見が割れている場合に探索時間の延長を行い、慎重に指し手を決定するという仕組みをとっている。そのため、この局面では探索時間が通常の2倍の約8分まで延長されたのだ

が、その延長された探索時間が終わるぎりぎりのところで、Bonanza の意見が変わり△5七角の票数が△4四角よりも大きくなった。

△5七角は人間には相当に指しにくい手で、清水女流王将としては読みを完全にはずされた形となったが、将棋としてはこの局面が最後の勝負どころだったようだ。ここでコンピュータ側は、▲7四桂とつなぐ手 (激指, GPS 将棋, GPS 将棋クラスタ) や▲7七桂と跳ねる手 (激指クラスタ, Bonanza クラスタ, YSS クラスタ) などを予想していたが、どちらの展開でも本譜の手順より難しい将棋になったようだ。

仮に▲7七桂とすると、後手は△4六角成とじっと馬をつくるぐらいだが、そこで先手の▲4八飛車がうまい手で、△5六馬と普通に逃げると、▲4五飛と銀を取られてしまう (△同馬なら▲7四桂打から後手玉が詰む)。ただ、▲4八飛に対しては△7一玉が正解で依然として後手が優勢という結論は変わらないようだ。

図-5 以下の指し手

- ▲7七銀 △5六銀 ▲5八飛 △5五角
- ▲4九飛 △7九金 ▲同 金 △6七銀成
- ▲5七飛 △同成銀 ▲6六角 △5八飛
- ▲9九玉 △8五銀 ▲5九金 △3八飛成
- ▲5七角 △8六銀 ▲6六銀打 △9五桂

(図-6: 投了図)



形勢判断および投票の一致状況



図-6 投了図 △9五桂まで

まで、86手であから2010の勝ち
(消費時間=▲3時間, △2時間41分)

図-5で▲7七銀と引いてからは、コンピュータ側から見た評価値もほとんどのプログラムで1000点を超えてしまった。以下20手進んだところで清水女流王将の投了となった。

図-7はコンピュータ側から見た各プログラムの形勢判断の変化を示している。横軸が手数、縦軸が評価値（大きいほどあからが有利）を表す。序盤の一部を除くとグラフは正の領域にあり、大まかには、どのプログラムも一貫してあからが有利と判断している。一方、細かく見ると局面の進行に応じて各プログラムの判断が揺れているのが読み取れる。たとえば、序盤30手目までは激指の評価値が高い。45手前後ではGPS将棋の評価が高く、60手前後ではBonanzaとGPS将棋の評価値が落ち込んでいる。これらは各プログラムが何を重視して形勢を判断しているかが異なっていることに起因する。

図-8は投票の重み付きの一致状況を表している。赤が実際に選択された指し手、緑が二番目に表を集めた手、順に青が3番目、紫が4番目である。真赤な棒は全員一致の場合に対応する。全9票のうち1票以上集めた指し手の有無に注目すると、16手目から86手目までにあからが指した36手のうちこの一手と一致した局面は14回、二手の候補があった局面が12回、3番目以降の候補手が検討されたのは10回であった。図-7では形勢良しとブ

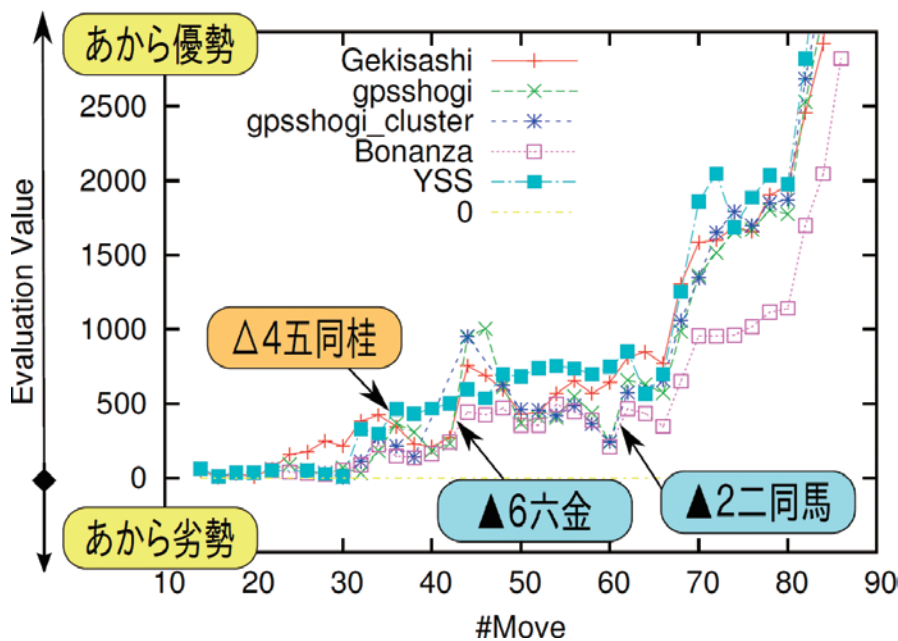


図-7 あからの形勢判断の変化

あから 2010 勝利への道

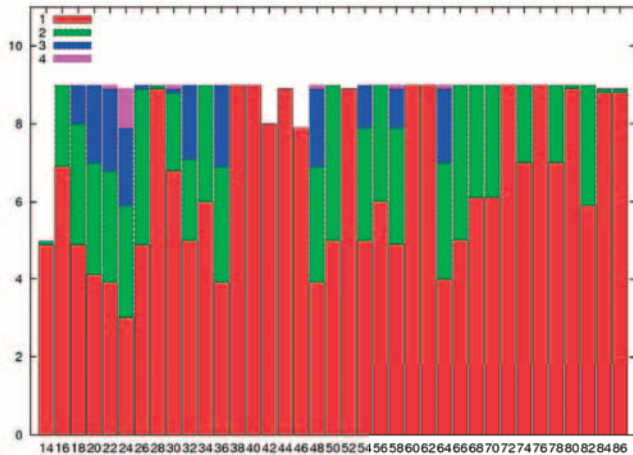


図-8 投票の一致状況

ログラムが一致して判断している局面であっても選ぶ指し手は各プログラムで意見が分かれていることから、実際には選択肢の広い複雑な局面が続いていたと考えられる。

(付録) 対局ログ

あからの対局ログは、情報処理学会 50 周年記念事業コンピュータ将棋プロジェクトの Web ページ (<http://www.ipsj.or.jp/50anv/shogi/index2.html>) にて公開されている。当日の各プログラムの全多数決の様子も合議サーバのログに記録されているので、興味のある方はぜひご覧いただきたい。この Web ページは、原則として、当日あからがダンプしたものをそのままの形で公開している (IP アドレスの具体的な番号等、セキュリティ上問題となる文字列は伏せられている)。したがって、これは本稿で紹介したコンピュータの思考内容が、確かにあからの動作内容と一致していることを示す証拠となっている。しかし、そもそもこのログは開発者がシステムの動作チェックを行うために作られたものなので、開発

```

all< new ← 全クライアント局面初期化
Time limits: max=97.40 fine=48.80 easy=24.60s ← 相手の手予測目標時間(秒)、 max: 上限
YSS is confident in 7776FU. ← YSS から▲7六歩の指示 fine: 意見がほぼ一致
all< move 7776FU 1 ← 全クライアントへ▲7六歩(局面 ID 1)送信 easy: 全員一致
pid is set to 1.
Ponder on +7776FU. ← ▲7六歩の予測手に対し思考開始
8 valid ballots are found. ← 各クライアントの8票で多数決
sum = 4.8
2.90 8384FU nps= 0.0K 0.2s Gekisashi final 橙: 票の重みと指し手
1.90 8384FU nps= 0.0K 0.0s Bonanza final 緑: 探索ノード数毎秒(キロノード)
1.00 3334FU nps= 0.0K 2.9s gpsshogi final 紫: 指し手の決定に要した時間(秒)
1.90 3334FU nps= 0.0K 0.7s YSS final 青: クライアント名。各クライアントの定跡データ
0.10 3334FU nps= 0.0K 0.2s yss_cluster final ベースに完全一致局面を発見、これが最終
1.00 3334FU nps= 0.0K 0.1s Bonanza_cluster final 判断(final)となっている
0.10 3334FU nps= 0.0K 0.2s gpsshogi_cluster final
0.10 3334FU nps= 0.0K 0.1s gekisashi_cluster final

csa> +2726FU,T74 ← 対局サーバから△2六歩が到着、▲7六歩の予測が外れる
all< alter 2726FU 2 ← 全クライアントに修正手△2六歩(局面 ID 2)送信
pid is set to 2.
Opponent made an unexpected move +2726FU,T74.
Time: 74s / 74s. ← 対戦相手の消費秒数(一手/合計)。1分以上の消費は対局前の挨拶等のため。

My turn starts. ← あから2010の手番で思考開始
Time limits: max=487.00 fine=244.00 easy=123.00s ← 目標思考時間(秒)、 max: 上限
YSS is confident in 3334FU. ← YSS から▲3四歩の指示 fine: 意見がほぼ一致
csa< -3334FU ← 対局サーバへ▲3四歩送信 easy: 全員一致
all< move 3334FU 3 ← 全クライアントに▲3四歩(局面 ID 3)送信
    
```

図-9 あから 2010 の対局ログ

者以外の方々には読みにくい。ログの形式に関する簡単な説明は図-9, それらの意味は本特集の第2編を参照されたい。

(平成 22 年 12 月 9 日受付)

鶴岡慶雅 (正会員) tsuruoka@jaist.ac.jp

2002 年東京大学大学院博士課程修了。博士 (工学)。英国マンチェスター大学研究員等を経て 2009 年より北陸先端科学技術大学院大学准教授。機械学習を用いた自然言語処理, テキストマイニング等に関する研究に従事。

金子知道 (正会員) kaneko@graco.c.u-tokyo.ac.jp

1997 年東京大学教養学部卒業。2002 年同大学院総合文化研究科博士課程修了。博士 (学術)。同年同大学院総合文化研究科助手。2007 年助教。思考ゲーム, 機械学習に興味を持つ。

山下 宏 yss@bd.mbn.or.jp

1995 年東北大学工学部資源工学科卒業。(株)富士通を経てフリーランス。将棋, 囲碁ソフトの開発に従事。コンピュータ囲碁フォーラム理事。

保木邦仁 (正会員) kunihito.hoki@gmail.com

2003 年東北大学理学研究科化学専攻修了 (理学博士)。同年よりロント大学化学科博士研究員。2006 年より東北大学にて研究員, 助手として教育研究に従事。2010 年より電気通信大学特任助教。著書「ボンザ VS 勝負脳一最強将棋ソフトは人間を超えるか」(角川新書, 共著)。