

# 手の流れを考慮して自然な手を選ぶ将棋 AI の試作

杵渕哲彦<sup>†</sup> 伊藤毅志<sup>†</sup>

自然な将棋 AI 実現のために、手の流れという考え方に着目する。コンピュータの棋譜と比較して、プロ棋士の棋譜に有意に多く出現する手順を抽出し指し手選択時にその手順を偏重させることで、手の流れを考慮する将棋 AI の作成を試みた。試作した AI の指し手の自然さについて熟達者に評価させた上で、人間に手の流れとしての自然さを感じさせる仕組みについて考察した。

## A Computer Shogi which Selects a Natural Move in Consideration of Flow of Game

TETSUHIKO KINEBUCHI<sup>†</sup> TAKESHI ITO<sup>†</sup>

In order to realize a computer Shogi which selects a natural move, we focus on the flow of moves. We extracted the sequence of moves appearing in game records of professional shogi players mostly compared with game records of computers. We proposed a method of including the flow of moves in computer Shogi by emphasizing the above sequence. We conducted an experiment which makes experts evaluate this system. We discussed about the nature of moves through the results of this experiment.

### 1. はじめに

ゲーム AI の研究では「強くする」という事を大きな目標として様々な AI 技術が進歩してきた。チェスでは 1997 年に、IBM が開発した Deep Blue が世界チャンピオンのガルリ・カスパロフ氏に 2 勝 1 敗 3 分で勝ち越し、その強さを示した。本研究で題材とする将棋でも、2014 年に開催された第 3 回電王戦においてプロ棋士相手に 4 勝 1 敗と勝ち越すなど、トッププレイヤーに迫る実力を示している。このように、現在では様々なゲーム AI が強さで人間を凌ぐレベルになっている。

ゲーム AI の強さが人間に及ばなかった頃は、人間はゲーム AI に対し、対等な対戦をするために対戦相手としての強さを求めていた。しかしその強さが向上するに伴い、研究や検討に用いるなど人間の技術や能力を向上させるためのツール、アドバンストチェスなどの最善の手を求めるためのパートナー、そして楽しい対戦を実現するための対戦相手など、人間とゲーム AI の関係、人間がゲーム AI に求める内容は変化してきている。プロ棋士に迫る強さとなったコンピュータ将棋も、強さだけでなく付加価値について考える研究が増えてきている。

本研究で着目したのは、人間とコンピュータの思考の違いである。伊藤は将棋を題材に、プロ棋士とコンピュータ将棋の思考過程の違いについて、発話データと思考ログをもとに比較し、コンピュータはある局面において膨大な先読みにより良い手その場で探索しているのに対し、プロ棋士は過去の経験的知識に基づいて前後関係を考慮して直感的に指し手の生成を行い、候補手を絞った狭く直線的な読みを行っているという違いを指摘している[1]。この人間

が行う前後関係を考慮した思考は「流れ」と呼ばれる。「流れ」とは全体を意味的な連なりとして捉える考え方で、このような思考が欠如しているコンピュータ将棋は、しばしば一貫性のない手を選択するために、人間はその手を見たときに違和感を覚える。人間がゲーム AI と対戦などで関わった際に感じる「不自然さ」は、このような思考過程の違いが大きな原因の一つであると考えられる。

本研究では、対戦して自然な将棋 AI の研究として「手の流れ」に着目し、その概念を考慮することにより、「自然な手」と感じさせる将棋 AI の実現を目的とする。「手の流れ」を複数の連続した手の塊である「手順」と捉え、コンピュータの棋譜に比べて、人間の棋譜に多く現れる手順を偏重する AI を試作する。この AI によって選択された手を将棋の熟達者に評価させて有効性の検証を行い、「流れ」を感じさせるシステムについて考察していく。

### 2. 関連研究

人間の棋譜から手順を抽出し探索への利用を試みた研究として、大槻の研究が挙げられる[2]。大槻は確率・統計的背全言語処理の分野で広く知られている n-gram 統計を用いて、棋譜から必然手を抽出し、それを探索の効率化に用いる手法を提案した。抽出には、駒の動く元の位置、駒の動く先の位置、動く前の駒の種類、成 or 不成のいずれか、取る駒の種類の 5 つの特徴を特徴量として用いた。抽出された必然手の内、3-gram から抽出されたものを用いた探索を行ったが、探索量の削減は限定的であった。

大槻の手法の問題点として、有効な手順以外のものが数多く集まってしまった点を指摘し、局面情報を考慮することでその問題点の解決を試みた研究として、村田らの研究

<sup>†</sup> 電気通信大学 情報・通信工学専攻

が挙げられる[3]. 村田らは, 特定の駒の位置関係(局面パターン)を利用した n-gram 統計を行う手筋獲得手法として, 部分局面 n-gram 法を提案した. さらに, 相手玉の位置と周囲 2 マスの金銀の位置からなる局面パターンとした部分局面 n-gram 法によって手筋を抽出し, 特に相手の囲いを崩すための手筋が多く現れた. 抽出した手筋を利用した探索を行い, 探索中に効果的に手筋を読むことが可能になり, 棋力の向上が見られた.

本研究では, 手順による探索の効率化ではなく, 手順を偏重することで人間に「自然な手」と感じさせることを目的とするため目的は異なるが, 手順の抽出という点では一致していることから, 駒の動く先の位置や相手玉の位置など, 抽出の際に用いる項目について, 本研究で考慮する際に参考とした.

### 3. 提案手法

人間の棋譜に多く現れる手順を偏重する AI を実現するために, 手順を抽出する手法と, 抽出した手順を偏重する手法を提案する.

#### 3.1 手順の抽出

人間同士の対局の棋譜とコンピュータ同士の対局の棋譜を比較し,  $\chi^2$  検定で有意水準 5% で人間の棋譜に有意に多く現れる手順を抽出する. 但し, コンピュータは序盤では定跡データベースを用いて指し手を決定しており, 本研究でコンピュータの思考の特徴とした, 各局面で膨大な先読みにより指し手を決定するという方法とは異なる方法を用いている. そこで定跡部分を除外するため, 棋譜の 41 手目以降の指し手を対象とする.

手順の抽出は次の 4 つの項目を用いて行う.

- ① 考慮する駒の座標  
考慮する駒間の相対座標(移動先のみ)
- ② 手順を成す手数  
2 手/3 手/自分だけの 2 手(自分 2 手)
- ③ 考慮対象とする駒  
移動した駒/移動した駒+自玉/移動した駒+相手玉
- ④ 駒取りの有無  
最後の手で取った駒の有無を考慮する/考慮しない

項目②, ③, ④はそれぞれの要素に基づいて手順の抽出を行い, その手順を偏重した AI の挙動から各要素の妥当性を検証し, 提案システムで考慮する手順を決定する.

#### 3.2 手順の偏重

手順の偏重は次のように行う.

1. 現局面の全ての合法手の評価値を通常の探索で求める.
2. 「これまでの手+合法手」が抽出された手順と一致した場合, 手順に対応した点数を合法手の評価値に加算する.
3. 合法手の中で最も評価値が高い手を次の手として選択する.

### 4. 予備実験

手順の抽出で用いる項目②, ③, ④の各要素に基づいて手順を抽出し, 抽出した手順を偏重する AI を作成した上で挙動の比較を行った. また, 他の抽出項目として, 各駒種における同じ駒を 2 連続で動かした回数についてデータを抽出した.

各指し手は移動した駒の移動先の 2 次元の相対座標と駒の種類で表し, 抽出した手順はその組として記述する. 座標は将棋で用いられる一番右上のマスを一, 一番左下のマスを 9 九とする座標系を用いる. 考慮対象とする駒が移動した駒の場合は最初に移動した駒の座標, 移動した駒+自玉の場合は自玉の座標, 移動した駒+相手玉の場合は相手玉の座標を基準とした相対座標を用いる. 表 1 に, 「△1 四歩▲1 三歩(自玉座標: 8 八, 相手玉座標 2 二)」から抽出した手順の記述例を示す.

表 1 手順の記述例

考慮対象とする駒	記述方式
移動した駒	{{(0, 0, 歩), (0, -1, 歩)}}
移動した駒+自玉	{{(-7, -4, 歩), (-7, -5, 歩)}}
移動した駒+相手玉	{{(-1, 2, 歩), (-1, 1, 歩)}}

#### 4.1 手順を成す手数

考慮対象とする駒を移動した駒のみとして, 2 手, 3 手, 自分 2 手の 3 つの要素に基づいて抽出を行った. 抽出結果の一部を表 2 に示す.

表 2 手順を成す手数ごとの抽出結果

	出現回数 (HUM)	出現回数 (COM)	最も出現 した手順
2 手	17501	14075	{{(0, 0, 歩), (0, 0, 歩)}}
3 手	2129	1545	{{(0, 0, 歩), (0, 0, 歩), (0, -1, 歩)}}
自分 2 手	12777	6201	{{(0, 0, 歩), (0, -1, 歩)}}

抽出された手順数は2手が1691個、3手が278個、自分2手が1121個であった。

抽出した手順を偏重するAIを作成し、自己対戦を行ったところ、手順によって指し手が変わる頻度に違いが見られた。2手と自分2手の場合は1局10手程度であったが、3手の場合は3局に1手程度であった。今回は1局に1手以上手が変わる事を採用の基準としたため、手順を成す手数では、2手と自分2手を採用した。

#### 4.2 考慮対象とする駒

手順を成す手数を2手と自分2手として、移動した駒、移動した駒+自玉、移動した駒+相手玉の3つの要素に基づいて抽出を行った。抽出結果の一部を表3、表4に示す。

表3 考慮対象とする駒ごとの2手の手順の抽出結果

	出現回数 (HUM)	出現回数 (COM)	最も出現した手順
移動した駒	17501	14075	{{(0, 0, 歩), (0, 0, 歩)}
移動した駒+自玉	1753	1319	{{(1, -3, 歩), (1, -3, 歩)}
移動した駒+相手玉	1687	1407	{{(6, 4, 歩), (6, 4, 歩)}

表4 考慮対象とする駒ごとの自分2手の手順の抽出結果

	出現回数 (HUM)	出現回数 (COM)	最も出現した手順
移動した駒	12777	6201	{{(0, 0, 歩), (0, -1, 歩)}
移動した駒+自玉	657	513	{{(-1, -3, 歩), (-1, -4, 歩)}
移動した駒+相手玉	924	766	{{(0, 3, 歩), (0, 2, 歩)}

抽出された手順数は2手で移動した駒+自玉が347個、移動した駒+相手玉が401個、自分2手で移動した駒+自玉が337個、移動した駒+相手玉が316個であった。

抽出した手順を偏重するAIを作成し、自己対戦を行ったところ、移動した駒を考慮対象としたもので、守備の役割を持つ駒が攻めに参加するなど、盤面の場所を考慮しない事が原因と考えられる明らかに不自然な手が多数みられたことから、考慮対象とする駒では、移動した駒+自玉と、移動した駒+相手玉を採用した。

#### 4.3 駒取りの有無

手順を成す手数を2手と自分2手、考慮対象とする駒を移動した駒+自玉と移動した駒+相手玉として、最後の手で

駒を取ったかどうかを考慮する、考慮しないの2つの要素に基づいて抽出を行った。抽出結果の一部として、手順{{(-1, -3, 歩), (-1, -4, 歩)}}についての結果を表5に示す。なお、駒を取る手順は手順の記述の最後に1、取らない手順は0を付けることで表す。

表5 手順{{(-1, -3, 歩), (-1, -4, 歩)}}についての抽出結果

	駒を取ったか	出現回数 (HUM)	出現回数 (COM)
考慮しない		657	513
考慮する	取る	392	141
	取らず	265	372

最後の手で駒を取ったかどうかを考慮しない場合、手順{{(-1, -3, 歩), (-1, -4, 歩)}}は人間の棋譜に多く現れる手順となるが、駒を取ったかどうかを考慮すると、取る手順{{(-1, -3, 歩), (-1, -4, 歩), 1}}は人間の棋譜に多く現れる手順である一方で、取らない手順{{(-1, -3, 歩), (-1, -4, 歩), 0}}はコンピュータの棋譜に多く現れる手順であることが分かる。駒取りの有無を考慮しない事で、これら2つの手順を同一の手順として扱う事は、人間の棋譜に有意に多く現れる手順を抽出するという本研究の目的に反すると言える。よって、駒取りの有無では、最後の手で駒を取ったかどうかを考慮することとした。

#### 4.4 各駒種における同じ駒を2連続で動かした回数

同じ駒を連続で動かしたかという点に着目し、指し手の傾向を抽出した。各駒種において、連続で同じ駒を動かした回数が有意水準5%でプロの棋譜で有意に多い駒種は歩と角であった。これを手順の偏重の際に考慮することとした。

表6 各駒種における同じ駒を2連続で動かした回数

	歩	香	桂	銀	金
HUM	16624	3717	6559	15492	11375
COM	14672	4494	6232	15452	13698
	角	飛	玉	成香	成桂
HUM	13116	16797	14179	507	1083
COM	12397	17050	23228	655	1198
	成銀	馬	龍		
HUM	840	6901	5453		
COM	1233	7865	7473		

### 5. 提案システム

予備実験で得られた結果をもとに、人間の棋譜に多く現れる手順を偏重するAIを作成した。

### 5.1 手順の抽出

予備実験の結果から、手順を成す手数は2手と自分2手の2種、考慮する駒は移動した駒+自玉と移動した駒+相手玉の2種、駒取りの有無では最後の手で駒を取ったかどうかを考慮する、という計4種類の基準を用いて手順の抽出を行った。抽出にはプロ棋士同士の対局の棋譜とコンピュータ同士の棋譜それぞれ1万局を用い、定跡部分を排除するため各棋譜の41手目以降を抽出対象とした。人間の棋譜における出現回数が50回以上であり、有意水準5%で人間の棋譜に有意に多く出現する手順を抽出した。

### 5.2 手順の偏重手法

合法手へ加算する点数は、抽出した手順を用いて、図1のように定めた。

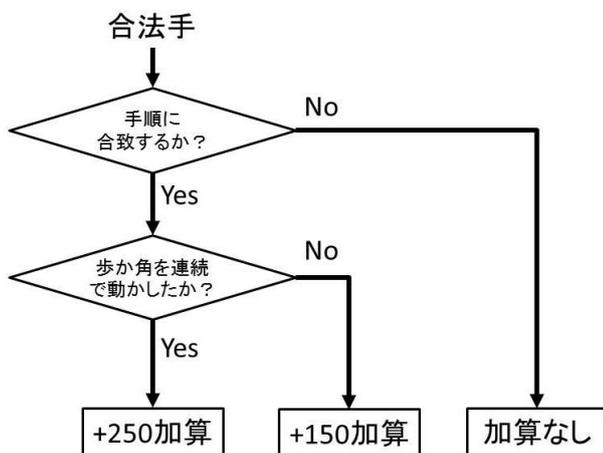


図1 合法手へ加算する点数決定のプロセス

### 5.3 提案システムの実装

提案システムはオープンソースのコンピュータ将棋プログラムである Bonanza に、過去の指し手の履歴を保存する機能、抽出した手順とそれに対応する点数を保持する機能、指し手決定時に手順となる合法手の評価値に加算を行う機能を追加することで実装した。各合法手の評価値は深さ5の探索を用いて求めた。

## 6. 評価実験

試作した提案システムの有効性の検証と、人間の「手の流れ」に対する考え方を考察することを目的として、評価実験を行った。実験は将棋の熟達者9名を実験では部分譜と候補手を示し、候補手の「手の流れ」としての自然さを5段階で評価させ、評価した理由を記述させた。また、「手の流れ」についてどう考えているかを問う質問を行った。

## 6.1 実験条件

### 6.1.1 提示する部分譜と候補手の作成

提案システム同士の自己対戦を1000局行い、提案システムによって指し手が変化した局面と、そこでの提案システムの指し手と既存システムの指し手を抽出した。ゲームの進行度と手の流れの関係を調べるために、棋譜を手数について三等分し、それぞれ前半部、中間部、後半部とした上で、それぞれの部分から5局面ずつ、計15局面をランダムに選択した。被験者に局面に至る流れを考慮させるために、選択した局面と直前の2手からなる部分譜を作成した。最終局面が後手の手番の場合は便宜上先後を反転させた。

### 6.1.2 被験者

実験は将棋の熟達者9名を対象に行った。各被験者の将棋倶楽部24のレートを表7に示す。被験者7についてはアマ2段と申告したためレートに換算したものを記載した。

表7 被験者のレート

被験者	1	2	3	4	5
レート	2100	2100	2000	1700	1632
被験者	6	7	8	9	
レート	1457	1400	1250	1000	

## 6.2 実験手順

実験は以下の手順で行った。

1. 実験の進め方についての文章を読ませる。
2. 設問の部分譜を再生させる。
3. 提示された2つの候補手について、部分譜の最終局面の指し手として、それぞれの手が「手の流れ」として自然かどうかを、不自然を1、自然を5として5段階で評価させる。
4. 評価した理由を記述させる。
5. 2~4を設問15問について行う。
6. 「手の流れ」についての考え方を問うアンケートを記述させる。

「手の流れ」について、以下の4つの項目についてアンケートを行った。

- ・「手の流れ」をどのようなものだと考えていますか。
- ・「手の流れ」という言葉を使った実例と、どのような意味で使ったかについて、思いつくものを全て書いて下さい。
- ・「手の流れ」という言葉を使うとき、どのような要素に着目していますか。考えられるものを全て挙げて下さい。
- ・「手の流れ」という考え方は、序盤・中盤・終盤のどこでよく使いますか。使用頻度を示した上で、その理由を書いて下さい。

### 6.3 実験結果と考察

#### 6.3.1 評価の平均評価

提案システムの指し手と既存システムの指し手の平均評価を図2に示す。

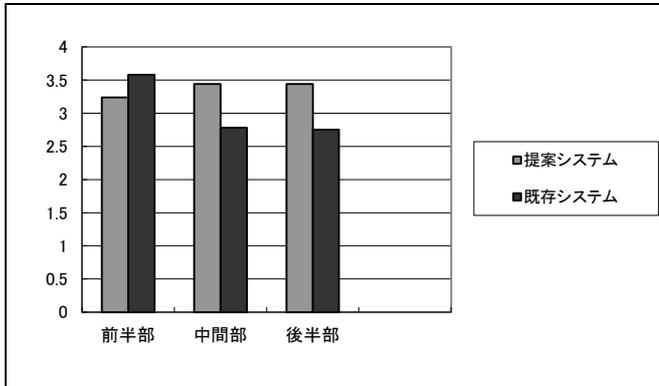


図2 指し手の自然さの平均評価点

前半部は既存システムの評価の方が高く、中間部、後半部は提案システムの評価の方が高いことが分かる。前半部における提案システムの評価が低かった理由として、将棋の平均手数は115手とされていることから、前半部はおおよそ40手までと考えられるが、提案手法では棋譜の40手目以前の手順は抽出対象ではないため、そもそも前半部の手順を抽出していなかった事が考えられる。抽出対象である中間部、後半部については提案システムの評価の方が高いことから、提案手法によって人間にとってより自然だと感じさせる手を生成させる可能性が示唆された。

#### 6.3.2 設問の評価と評価理由

提案システムの評価が高かった設問の例として設問6を挙げる。

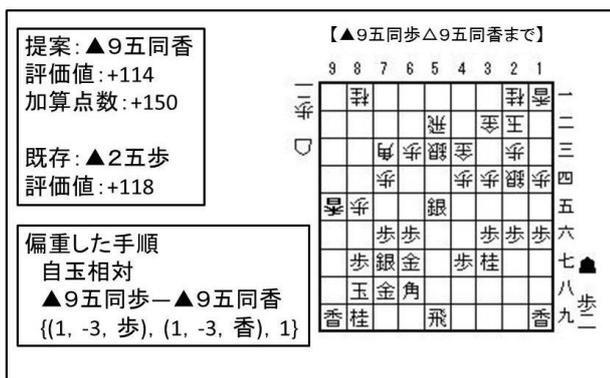


図3 設問概要(設問6)

設問6は提案システムの手の平均評価が4.11、既存システムの手の平均評価が1.44であった。評価理由として、「95同香は一手前が95香なので自然。(被験者5)」と偏重した手順「▲9五同歩—▲9五同香」に沿うものを挙げていた。

このことから、提案手法により、「手の流れ」として自然だと感じさせる手が生成できたと考えられる。

提案システムの評価が低かった設問の例として設問8を挙げる。

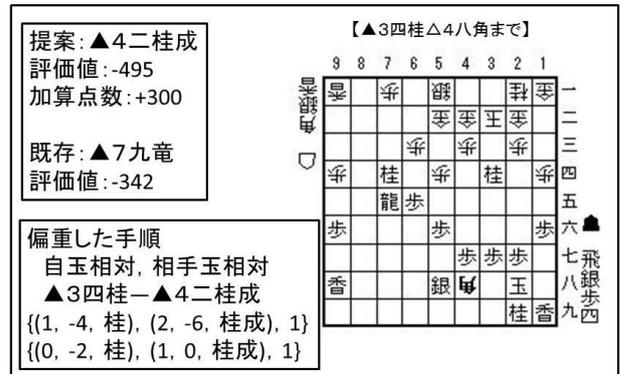


図4 設問概要(設問8)

設問8は提案システムの手の平均評価が2.78、既存システムの手の平均評価が4.56であった。評価理由として、「受ける前にいつでも取れる金を取るのには相手に桂を渡すことになるのであまりよくないと考える。(被験者1)」、「▲4二桂成とすぐ取る必要がないので、普通は取らない。(被験者8)」など、すぐに金を取る必要はないという理由が挙げられた。これは、提案システムが相手の駒の利きや相手の駒の配置を考慮していないため、3四の桂馬に相手の駒の利きが利いていないためすぐに取られる駒ではないこと、2二の金と4二の金の両取りのためすぐに金を取る必要がないことが認識できていない点が原因と考えられる。

このように、提案手法によって偏重した手順により「手の流れ」としての自然さを感じさせることが出来た一方で、駒の配置や利きを考慮する必要がある局面においては、自然な手が選択できないという問題が明らかになった。

#### 6.3.3 アンケートの回答

「手の流れ」をどのようなものと考えているか、という質問に対し、「ある手を指したときからの一貫の方針。初志貫徹で指すのは手の流れ。(被験者2)」、「数手前の自分の意思を今ももっているか。感覚的なものが大きいと思う。(被験者6)」など、「ある手を指したときから」や「数手前」といった、2手や自分2手よりも前の手からの連続的な思考に言及する発言と、「一貫の方針」「初志貫徹」「意思」といった、指し手の意味に言及する記述が見られた。「手の流れ」として自然な手を実現するためには、これらを考慮する必要があると考えられる。

「手の流れ」という考え方を序中終盤のどこでよく使うかという質問に対し、表8のような結果が得られた。

表 8 「手の流れ」という考え方の序中終盤での使用頻度

使用頻度	人数
序盤>中盤>終盤	3
中盤>序盤>終盤	2
序盤=中盤>終盤	1
中盤>>終盤>序盤	1
中盤のみ	1
序盤=終盤>中盤	1

結果から、「手の流れ」という考え方の使用頻度は「序盤＝中盤>終盤」の順であると考えられる。序盤、中盤での頻度が高い理由として、「(略)...序中盤は、手の方針に関連しているので(被験者4)」、「(略)...序盤や中盤は自分の考える方針に従って、それを実行するとしたら、当然手の流れが発生すると思う。(被験者3)」といった、方針に言及する記述が得られた。また、終盤での頻度が低い理由として、「(略)...終盤は詰むかどうかという明確な基準があるから。(被験者1)」、「終盤は詰むか詰まないかを正確に読むべきで、流れではさせない。(略)...(被験者3)」といった、明確な基準としての詰みと、それに基づいた読みについての記述が得られた。このことから「手の流れ」という考え方は、詰みのような明確な基準とそれに基づいた読みによって指し手の選択が可能な局面においては用いられず、序中盤のような明確な基準が無く、方針によって指し手を決定する必要がある局面で用いられると考えられる。

## 7. おわりに

本研究では、「手の流れ」を手順と捉え、人間の棋譜に有意に多く出現する手順を、複数の項目に基づいて抽出する手法と、抽出した手順を偏重して指し手を決定する手法を提案した。

抽出した手順を偏重するシステムを試作し、将棋の熟達者に指し手の「手の流れ」としての自然さを評価させた結果、既存システムよりも良い評価を得た。このことから、手順を偏重する手法で、人間にとってより自然だと感じさせる手を生成できる可能性が示唆された。

「手の流れ」についての考え方を問うアンケートの回答結果から、「手の流れ」という考え方は、詰みに代表される明確な基準と読みを用いての指し手決定が出来ない場合に用いられる思考であり、それにより方針や意思に沿った選択を行っていることが示唆された。

本研究の問題点として、考慮した手順が2手と自分2手のみと短く、より長い手順を考慮できていないこと、駒の利きや駒の配置などの局面の情報の認識が不十分なこと、方針や意味を考慮する必要がある手が選べない事が挙げられる。

今後の展望として、本研究では考慮しなかった、駒の配

置や利き、3手前以前の手などの考慮する必要がある評価項目を増やすこと、指し手のカテゴリ化を行う事で、現局面の状況や方針、狙いを認識し、それに沿った手を選択させることにより、より自然だと感じさせる手が実現できると考えられる。

## 参考文献

- [1] 伊藤毅志：コンピュータの思考とプロの思考—コンピュータ将棋の現状と展望，情報処理学会論文誌，Vol.48,No.12,pp.4033-4040,(2007)
- [2] 大槻知史：n-gram 統計からの「必然手」の抽出，第10回ゲームプログラミングワークショップ2005，pp.89-96,(2005)
- [3] 村田朋紀，橋本剛，長嶋淳：棋譜情報からの手筋自動抽出とその利用，第11回ゲームプログラミングワークショップ2006，pp.17-24,(2006)

## 付録

### 付録 A.1 評価実験結果

中間部と後半部の評価実験結果を掲載する。

表 A-1 設問 6-8 の評価結果

被験者	設問 6		設問 7		設問 8	
	提案	既存	提案	既存	提案	既存
1	5	1	1	4	4	5
2	2	1	1	1	1	5
3	3	1	3	3	4	4
4	5	2	3	4	4	4
5	5	1	4	2	3	5
6	3	2	4	2	2	5
7	5	1	2	1	3	4
8	4	1	3	5	2	5
9	5	3	3	1	2	4
平均	4.11	1.44	2.67	2.56	2.78	4.56

表 A-2 設問 9-10 の評価結果

被験者	設問 9		設問 10	
	提案	既存	提案	既存
1	5	2	4	5
2	4	1	1	2
3	4	3	4	4
4	3	4	4	2
5	4	4	5	2
6	2	3	4	2
7	4	3	5	1
8	1	3	5	1
9	5	1	5	5
平均	3.56	2.67	4.11	2.67

表 A-3 設問 11~13 の評価結果

被験者	設問 11		設問 12		設問 13	
	提案	既存	提案	既存	提案	既存
1	4	5	5	1	1	4
2	2	5	5	1	2	1
3	4	4	4	1	1	1
4	4	3	3	4	1	4
5	5	2	3	5	4	4
6	5	1	1	4	1	5
7	2	5	4	1	5	3
8	4	3	1	5	2	3
9	5	3	5	1	4	1
平均	3.89	3.44	3.44	2.56	2.33	2.89

提案: ▲3五歩  
 評価値: -603  
 加算点数: +300

既存: ▲2六銀  
 評価値: -504

偏重した手順  
 白玉相対, 相手玉相対  
 ▲1五歩—▲3五歩  
 {(-7, -3, 歩), (-5, -3, 歩), 0}  
 {(-1, 3, 歩), (1, 3, 歩), 0}

【▲1五歩△6九角成まで】

9	8	7	6	5	4	3	2	1	
皇	将					将	皇		一
				遊	零	王			二
卒			卒		卒		卒		三
		零		駒	卒	駒			四
	卒			卒					五
			歩	歩		歩			六
歩	歩	銀	金			銀	桂		七
玉	金						飛		八
香	桂	駒					香		九

図 A-2 設問概要(設問 7)

表 A-4 設問 14~15 の評価結果

被験者	設問 14		設問 15	
	提案	既存	提案	既存
1	4	5	4	3
2	1	1	3	1
3	3	1	3	2
4	3	4	5	2
5	5	1	5	2
6	5	2	4	2
7	5	3	4	3
8	4	4	3	5
9	5	1	2	2
平均	3.89	2.44	3.67	2.44

提案: ▲4二桂成  
 評価値: -495  
 加算点数: +300

既存: ▲7九竜  
 評価値: -342

偏重した手順  
 白玉相対, 相手玉相対  
 ▲3四桂—▲4二桂成  
 {(1, -4, 桂), (2, -6, 桂成), 1}  
 {(0, -2, 桂), (1, 0, 桂成), 1}

【▲3四桂△4八角成まで】

9	8	7	6	5	4	3	2	1	
皇	卒	駒				将	零		一
			零	零	王	零			二
卒			卒	卒	卒		卒		三
	桂								四
歩	龍	歩							五
			歩						六
					歩	歩	歩		七
香			銀	駒		玉			八
						桂	香		九

図 A-3 設問概要(設問 8)

付録 A.2 設問概要(中間部, 後半部)

提案: ▲9五同香  
 評価値: +114  
 加算点数: +150

既存: ▲2五歩  
 評価値: +118

偏重した手順  
 白玉相対  
 ▲9五同歩—▲9五同香  
 {(1, -3, 歩), (1, -3, 香), 1}

【▲9五同歩△9五同香まで】

9	8	7	6	5	4	3	2	1	
皇	将					将	皇		一
				遊	零	王			二
卒			卒	駒	卒		卒		三
		卒		卒	駒				四
皇	卒			銀					五
			歩	歩		歩	歩		六
	歩	銀	金			歩	桂		七
玉	金	角							八
香	桂			飛			香		九

図 A-1 設問概要(設問 6)

提案: ▲5五同歩  
 評価値: 0(定跡)  
 加算点数: +300

既存: ▲8五銀  
 評価値: +106

偏重した手順  
 白玉相対, 相手玉相対  
 △5五歩—▲5五同歩  
 {(-3, -3, 歩), (-3, -3, 歩), 1}  
 {(3, 3, 歩), (3, 3, 歩), 1}

【▲7七桂△5五歩まで】

9	8	7	6	5	4	3	2	1	
皇	卒					将	皇		一
						零	王		二
卒			卒	駒	卒		卒		三
	卒			卒					四
	卒			卒			歩	歩	五
歩	銀	歩	歩	歩		歩			六
	歩	桂	金			歩	角		七
玉	金	銀					飛		八
香							桂	香	九

図 A-4 設問概要(設問 9)

提案: ▲3三同桂成  
 評価値: -426  
 加算点数: +150

既存: ▲4六銀  
 評価値: -286

偏重した手順  
 自玉相対  
 △3三同桂—▲3三同桂成  
 {{(-5, -5, 桂), (-5, -5, 桂成), 1}}

【▲3三步△3三同桂まで】

9	8	7	6	5	4	3	2	1	
馬								皇	一
						進	季	王	二
									三
									四
									五
									六
									七
									八
									九

図 A-5 設問概要(設問 10)

提案: ▲1五同步  
 評価値: -490  
 加算点数: +300

既存: ▲5二金  
 評価値: -195

偏重した手順  
 自玉相対, 相手玉相対  
 △1五歩—▲1五同步  
 {{(0, -3, 歩), (0, -3, 歩), 1}}  
 {{(-2, 3, 歩), (-2, 3, 歩), 1}}

【▲1八玉△1五歩まで】

9	8	7	6	5	4	3	2	1	
皇								季	一
								王	二
									三
									四
									五
									六
									七
									八
									九

図 A-8 設問概要(設問 13)

提案: ▲6三步成  
 評価値: -178  
 加算点数: +400

既存: ▲5七角  
 評価値: -17

偏重した手順  
 自玉相対, 相手玉相対  
 ▲6四歩—▲6三步成  
 {{(-2, -4, 歩), (-2, -5, 歩成), 1}}  
 {{(3, 3, 歩), (3, 2, 歩成), 1}}

【▲6四歩△4五歩まで】

9	8	7	6	5	4	3	2	1	
皇	季							王	一
	進								二
									三
									四
									五
									六
									七
									八
									九

図 A-6 設問概要(設問 11)

提案: ▲7七同金  
 評価値: +1876  
 加算点数: +150

既存: ▲7七同桂  
 評価値: +2494

偏重した手順  
 自玉相対  
 △7七桂成—▲7七同金  
 {{(-2, -1, 桂成), (-2, -1, 金), 1}}

【▲3四角△7七桂成まで】

9	8	7	6	5	4	3	2	1	
皇								季	一
								龍	二
								銀	三
									四
									五
									六
									七
									八
									九

図 A-9 設問概要(設問 14)

提案: ▲6六同金  
 評価値: -2427  
 加算点数: +300

既存: ▲6三步成  
 評価値: -2347

偏重した手順  
 自玉相対  
 ▲6七金寄—▲6六同金  
 {{(-1, -1, 金), (-1, -2, 金), 1}}

【▲6七金寄△6六歩まで】

9	8	7	6	5	4	3	2	1	
王								季	一
								飛	二
								皇	三
									四
									五
									六
									七
									八
									九

図 A-7 設問概要(設問 12)

提案: ▲4五桂  
 評価値: -463  
 加算点数: +150

既存: ▲6一角  
 評価値: -407

偏重した手順  
 相手玉相対  
 △3三同金—▲4五桂  
 {{(0, 1, 金), (1, 3, 桂), 0}}

【▲3三步△3三同金まで】

9	8	7	6	5	4	3	2	1	
皇								季	一
								王	二
									三
									四
									五
									六
									七
									八
									九

図 A-10 設問概要(設問 15)