

## 囲碁 AI 作成に向けた棋風を形成する要素に関する統計的分析

渡邊裕<sup>†1</sup> 中村貞吾<sup>†2</sup>

人間がゲームをプレイする際には癖などの個人の特徴がプレイスタイルとして現れる。囲碁においてプレイスタイルは棋風と呼ばれており、本研究はプロ棋士の棋風を囲碁 AI に模倣させることを最終目的としている。しかし、棋風を形成する要素は今のところ不明なので、本稿ではそれらを統計的分析によって明らかにすることを試みた。「盤上における着手の絶対位置」「獲得しようとする領域の相対的な位置関係」「攻撃/防御に対する積極性」の3つの要素を定式化し、特定の棋風を持つ棋士と棋士全体とで特徴要素の比較を行ったところ、いくつかの要素で有意差が見られた。

### Statistical Analysis of Factors in Playing Style in Go for Making AI Player

YUU WATANABE<sup>†1</sup> and TEIGO NAKAMURA<sup>†2</sup>

When human players play games on the board, habits of play and other characteristics of moves played are appeared as a playing style. This study is intended to make AI Go player that mimic playing style of professional players. However, factors in playing style is unknown so far, so in this paper, we tried to clarify the factors by statistical analysis. As a result of experiments on three kinds of typical playing style in Go, several factors that classify the playing styles were found.

#### 1. はじめに

人間は、ある一つのゲームを繰り返しプレイすると、そのゲームにおいて、何らかの癖や個性的なプレイが現れるようになる。これは、そのゲームに慣れ、上達してゆくにつれて、自分の得意な戦術に誘導したり、好みの手法や行動パターンなどに偏ったプレイをするようになるためだと考えられる。このような、ゲームプレイ時の個人の癖や特徴などは一般にプレイスタイルと呼ばれており、ゲームを奥深いものとする

要因の一つになっている。

囲碁においてプレイスタイルは「棋風」と呼ばれ、大きな分類では、早めに地を稼いで相手の地を荒らしにゆく実利派や、中央に大規模な地を形成しようとする模様派などがある。

本研究では、人間の棋風を模倣する囲碁 AI の作成を最終目的としているが、現在のところ、棋風がどのような要素で形成されているのかは不明であり、その定義はあいまいなものである。そこで、囲碁 AI 作成の前段階として、プロ棋士の棋譜データに対して統計的分析を行い、棋風を形成する要素を明らかにすることを試みる。

#### 2. 関連研究

前述の通り、囲碁における棋風を形成する要素は今のところ不明であるが、棋士や着手ごとの特徴を表す要素に関する研究は既に行われている。

<sup>†1</sup> 九州工業大学大学院 情報工学府

Graduate School of Computer Science and Systems Engineering,  
Kyushu Institute of Technology  
E-mail: y\_wata@dumbo.ai.kyutech.ac.jp

<sup>†2</sup> 九州工業大学大学院 情報工学研究院 知能情報工学研究系

Department of Artificial Intelligence, Kyushu Institute of Technology  
E-mail: teigo@dumbo.ai.kyutech.ac.jp

## 2.1 囲碁棋譜の分類

文献1)では、囲碁の棋譜テキストから「盤上の絶対位置」「直前の着手との位置関係」「着点の周辺配石」という3つの要素を着手の特徴を表す要素として抽出し、ベクトル空間法を用いて局面情報から対局者を推定することを試みている。

## 2.2 将棋の棋譜分析

将棋においては文献2)が、将棋における基本的な棋風である「攻め」と「受け」に対して、棋風を感じる要素について将棋のプロ棋士にインタビューを行っている。さらに、その結果を参考に「自陣、敵陣に打った駒の数」「各駒の使用頻度」「自陣、中段、敵陣に分けた各駒の使用頻度」などの特徴要素について、攻めと受けの棋風を持つプロ棋士の棋譜とプロ棋士全体の棋譜を比較し、各要素で統計学的な有意差が存在し、それが人間の感じる棋風にどのような影響を与えているかを考察している。

## 3. 棋風とは

### 3.1 人間の感覚としての棋風

棋風はもともと、棋士の打ち筋などに対して人間が感覚的な分類を行ったものである。ここでは、囲碁における代表的ないくつかの棋風に対して、その例を挙げて簡単な解説を行う。図1は、模様・厚み派と呼ばれる棋風の特徴が特に強いと言われる棋士の対局を示したものである。黒番が模様・厚み派棋士である。

これを見ると、黒番の模様・厚み派の棋士は盤面の内側、中央寄りの領域に自分の陣地を形成しようとしているのがわかる。

図2の黒番は、実利派と呼ばれる棋風が特に強いと言われる棋士である。

先ほど説明した模様派が盤面の中央を狙っていたのに対し、こちらの黒番の棋士は盤端や隅など、盤面の周辺部に自分の陣地を作ろうとしているのが容易に見て取れる。

このように、人間の感覚的な面からは棋風を捉えることができているが、具体的にどのような要素が棋風の形成に関与しているのかという定

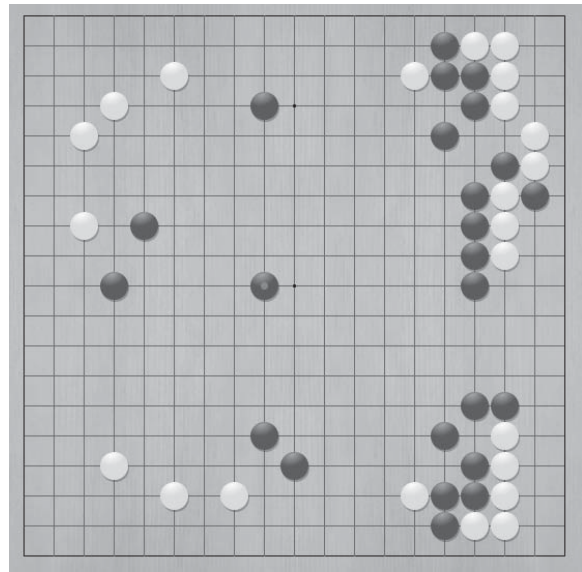


図1 模様・厚み派の対局

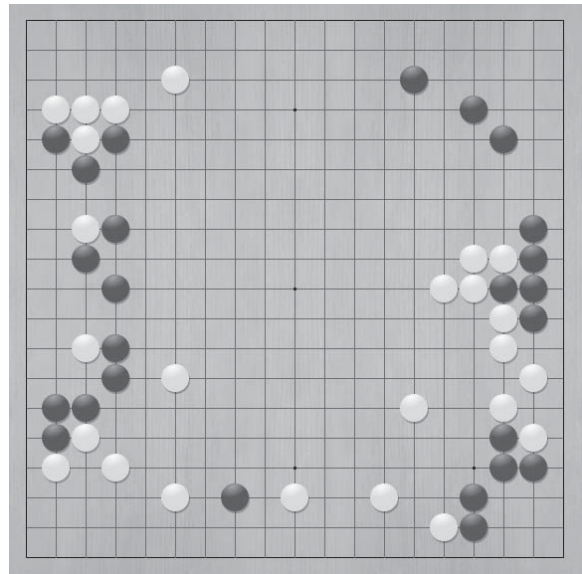


図2 実利派の対局

量的なデータは存在しない。

### 3.2 コンピュータ囲碁で用いられる知識

ここでは、棋風に関する研究ではないが、コンピュータ囲碁の強化に用いられている知識について述べる。これらは、囲碁プログラムを強化するために用いられる知識ではあるが、どの知識も囲碁において重要な役割を持つ要素である。そ

のため、こういった知識の中には棋風の形成に関与した要素も含まれるのではないかと考えた。

文献3)では、訓練データ中に含まれる着手を「複数の着手パターンを組み合わせたチームの勝利」と捉え、各着手パターンのEloレーティングを計算した。それらをモンテカルロ囲碁プログラムの着手決定に反映させ、改良を行っている。以下にEloレーティングの計算を行ったパターンの一部を示す。

- トリ
- ノビ
- アタリ
- 盤端との距離
- 直前の着手との距離

また、文献4)には、現在はモンテカルロ囲碁ベースとなっているコンピュータ囲碁プログラム Many Faces of Go が知識ベースのプログラムとして作られていた頃に用いていた知識表現について書かれている。これによると、知識ベースの Many Faces of Go は、

- 現在の局面の状態を表現するための動的な知識
- 候補手を選択するための局面評価知識
- 基本的な隅における定石データベース
- 盤面の先読みを用いるパターンデータベース

といった多数の知識を持っており、それらの組み合わせが囲碁のプレイに用いられている。そのうち、現在の局面の状態を表現する知識に注目してみると、連や眼型、郡について、それぞれの位置や連結、敵との戦術的状态など、地の形成に関わる重要な知識を多く持っていることがわかった。

これらのコンピュータ囲碁の知識として用いられる要素の中から棋風に関わると思われる要素を探したところ、大きく分けて

- 盤上における着手の絶対位置
- 獲得しようとする領域の相対的な位置関係
- 攻撃/防御に対する積極性

の3つが棋風を形成する要素として有用ではないかと考えた。

## 4. 統計的分析

3章において、囲碁における棋風を形成する要素として「盤上における着手の絶対位置」と「獲得しようとする領域の相対的な位置関係」「攻撃/防御に対する積極性」を候補に挙げたが、ここでは、それらの特徴を表すより具体的な項目について統計的な分析を試みる。

前述の3つの要素に対し、各要素の特徴をよく表現すると思われる定式化を行い、プロ棋士の棋譜データから特徴要素として抽出する。そこで得られた数値を、特定の棋風を持つ棋士と棋士全体とで比較を行い、統計的に有意な差が存在するのかを調べる。

### 4.1 分析を行う要素

ここでは、定式化された各特徴要素について解説する。

#### 4.1.1 盤上における着手の絶対位置

棋士が盤面上でどのような位置に多く着手するかを表す特徴要素として、以下のものを用いる。

- 着手と盤端/隅との距離  
着点から最も近い盤端、または隅へのマンハッタン距離で定式化する。

#### 4.1.2 獲得しようとする領域の相対的な位置関係

自分と相手が狙う領域が、相対的にどのような位置関係にあるかを表す。ここでは、「内側/外側」という観点から位置関係を見る。なお、この「内側/外側」とは、「盤面の中央寄り/盤端寄り」を簡易的に表現したものである。

- 内側への着手度  
着点とその周囲12マスの各点とで上記の「盤端/隅からの距離」を比較し、その大小関係をもって周囲のマスを着点の内側と外側の2つの領域に分割する。各領域に含まれる石の数をを用いて、下記の式を計算する。  
式1は自分/相手の石に対して、2は内側/外側の領域に対してそれぞれ計算する。式3、4はそれらを統合したもので、「相手の石よ

りもどれだけ内側に着手しているか」を計算する。

$$\text{同色の内外比} = \frac{\text{内側の石の数}}{\text{外側の石の数}} \quad (1)$$

$$\text{同領域の比} = \frac{\text{自分の石の数}}{\text{相手の石の数}} \quad (2)$$

$$\text{内側着手度 1} = \frac{\frac{\text{内側の自分の石の数}}{\text{内側の相手の石の数}}}{\frac{\text{外側の自分の石の数}}{\text{外側の相手の石の数}}} \quad (3)$$

$$\text{内側着手度 2} = \frac{\frac{\text{内側の自分の石の数}}{\text{外側の自分の石の数}}}{\frac{\text{内側の相手の石の数}}{\text{外側の相手の石の数}}} \quad (4)$$

統計的分析をするにあたって上記の特徴要素をそれぞれ求め、分析結果から棋風の形成への関与を比較する。

#### 4.1.3 攻撃/防御に対する積極性

攻撃的/防御的な着手をどれだけ打っているかを表す。着手の攻撃性/防御性については様々な基準が存在するが、ここでは簡略的に、相手の石に近づくほど攻撃的、自分の石に近いほど防御的とした。

- 自分/相手の石に隣接して着手した回数  
1局の中で、自分/相手の石に隣接した点に着手した回数で定式化する。
- 直前/2手前の着手との距離  
直前の相手の着手に近い手は積極的な攻撃性を表し、2手前の自分の着手に近い手は防御を重視していると考えられる。着手の  $x$  軸、 $y$  軸方向の座標の差をそれぞれ  $\delta x$ 、 $\delta y$  とすると、着手同士との距離は次式で表される。

$$d(\delta x, \delta y) = |\delta x| + |\delta y| + \max(|\delta x|, |\delta y|)$$

右辺第2項までは通常のマンハッタン距離である。第3項は座標軸に沿って離れた着手ほど大きく、斜め方向に離れている着手は小さく計算される。これを加えることによって、自分の石とのつながりやすさ、相手の石への攻撃のしやすさを考慮した値としている。

#### 4.2 システム構成

システムは、特徴要素の抽出部分と特徴要素の分析部分の2つで構成される。

抽出システムは入力としてプロ棋士の棋譜データをとり、棋士ごとの特徴要素ファイルを出力する。入力するデータは分析の対象となる棋士の棋譜のみを抽出し、対戦相手については考慮しないこととした。また、囲碁においては黒番の棋士が対局でアドバンテージを取れると言われているので、棋風の面においても黒番の棋士の方が棋風がよく現れるだろうと判断し、今回の分析では対象の棋士が黒番の棋譜のみを用いた。

分析システムは、抽出システムで出力された特徴要素ファイルを入力として、特徴ごとの検定結果をまとめて出力する。

#### 4.3 検定方法

統計的分析を行うにあたって、標本の母集団がどのような分布となっているのかは重要な要素であるが、今回分析を行う各特徴要素については分布が不明であるため、仮に正規分布に従うとして検定を行う。検定には標本が独立で母集団が正規分布に従い、異分散である場合を仮定とするウェルチの  $t$  検定を用いた。帰無仮説は「特定の棋風を持つプロ棋士における特徴要素の平均とプロ棋士全体からなる集合における特徴要素の平均は等しい」とした。

#### 4.4 棋士のグループ化

分析に用いる棋譜データの数を確保するため、棋風の分析をプロ棋士個人ではなく、似た棋風を持つ棋士のグループに対して行う。

囲碁における代表的な棋風である

- 模様・厚み派
- 実利派
- 好戦派

といった3つの棋風に対し、それぞれの棋風の特徴が特に強いといわれる棋士を5人ずつ集め、グループ化した。グループのメンバー全員の棋譜データの和集合をその棋士グループの全体の棋譜として統計的分析に用いる。また、比較対象として、棋譜データベースから棋士を限定せずにランダムに抽出した棋譜の集合をプロ棋士全体の棋風を表す棋士グループの棋譜と仮定して用いた。



棋譜データには、日本棋院から発行されている棋譜データ集<sup>5)</sup>に収録されている棋譜から分析対象のグループの棋譜を抽出したものをを用いた。

各棋士グループに含まれるプロ棋士と、グループ全体の棋譜数を表1と表2に示す。

表1 棋士グループの分類

模様・厚み派	実利派	好戦派
王銘エン	趙治勲	加藤正夫
武宮正樹	小林光一	大平修三
苑田勇一	林海峯	淡路修三
今村俊也	石田芳夫	山下敬吾
結城聡	橋本昌二	曲励起

表2 各棋士グループの棋譜数

模様・厚み派	実利派	好戦派	棋士全体
1007	2764	1603	3000

## 5. 分析結果

統計的分析の結果を表3に示す。

表3 分析結果

特徴/棋風	模様・厚み派	実利派	好戦派
盤端との距離	大 (1%)	小 (1%)	大 (5%)
隅との距離	大 (1%)	小 (1%)	大 (1%)
自分の石数の内外比	大 (1%)	大 (5%)	-
相手の石数の内外比	-	大 (1%)	大 (1%)
内側の比 (自分:相手)	大 (1%)	小 (1%)	-
外側の比 (自分:相手)	小 (1%)	小 (1%)	小 (1%)
内側着手度 1	大 (1%)	小 (5%)	-
内側着手度 2	大 (1%)	小 (1%)	-
隣接:自分の石	-	大 (5%)	大 (1%)
隣接:相手の石	-	小 (5%)	-
直前手との距離	-	-	小 (1%)
2手前との距離	-	大 (1%)	小 (1%)

表中の「大/小」とはその特徴要素の平均値が棋士全体と比較して有意に大きい/小さいことを表し、その横のパーセンテージは検定の有意水準を表す。空欄は、棋士全体と比較して特徴要素に有意な差が存在しなかったことを表している。

## 6. 考察

### 6.1 分析結果と棋風について

各棋風間で分析結果に差異のある特徴要素は、棋風を形成する要素としてみなせる。

表3の結果から棋風の特徴を考察すると、模様・厚み派と好戦派の棋士は着手と盤端や隅との距離が大きく、盤面の中央に近い位置に多く着手しているのに対し、実利派の棋士は盤端や隅の近くに多く着手している。

直前の着手との距離に関しては、模様・厚み派と実利派の間では分析結果に差が見られなかったが、実利派は距離が有意に小さく、直前の相手の着手に対して積極的に攻撃を仕掛けていることが伺える。

内側着手度に注目してみると、模様・厚み派は相手の石よりも内側に多く着手し、実利派は相手より外側に多く着手している。好戦派は棋士全体との差がなく、この要素に関して特徴は見られない。

模様・厚み派と実利派に注目して盤端/隅からの距離と内側着手度の分析結果を合わせて見ると、模様・厚み派は盤面の中央付近に自分の陣地を確保しようとしており、実利派は盤面の周辺位置に地を形成しようとしていることがわかる。これらの特徴は、人間の感覚的な観点による棋風の特徴づけとも一致している。

また、好戦派に関しても、直前の着手との距離や内側着手度を見てみると、相手の着手に対して積極的に攻撃し、内側/外側という観点では決まった領域を狙わないという、好戦派の感覚的な特徴に沿った結果が出ている。

しかし、上記の特徴とは別に、感覚的な棋風の特徴に沿わない分析結果や、特徴間で結果が矛盾しているように見えるものもいくつか見られる。例えば、好戦派が自分の石に隣接して着手する回数が多い、自分/相手の石に隣接した着手の回数では防御的に見える実利派が2手前の自分の着手との距離を大きくとっている、などである。これは、攻撃的/防御的な特徴の定式化として選択した特徴要素が、実際にはその特徴を

うまく表現したものでなかったことが原因として考えられる。ただし、これらの特徴要素も棋風間で結果に差異があるので、棋風を形成していることに間違いはないと思われる。

## 6.2 分析の問題点

ここでは、今回行った統計的分析の問題点や、今後の実験で考慮すべき点などを述べる。

4.2節で述べた通り、今回の分析では対象となる棋士の対局相手に関して考慮していない。全ての棋士の棋風を一意に決定することは困難であることや、対局相手によって棋譜を分類すると分析に用いるデータ数が少なくなることなどの理由によるものだが、実際には対局相手の棋風によって棋士の打ち筋などに影響が出ることもある。黒番の棋譜のみを分析対象として用いていたことも同様であり、同じ棋士であっても手番が違えば棋風に変化が生じることが知られている。

また、特定の棋風を持つ棋士との比較対象として棋譜データベースからランダムに棋譜を抽出して「棋士全体の棋譜」としていたが、その棋譜集合内での棋風の偏りなどについても考慮していない。もし、特定の棋風への偏りなどが存在していると正しい分析結果を求めることができない可能性がある。

特徴要素の選択にも少々問題がある。今回分析に用いた「盤端/隅との距離」や「内側への着手度」は、模様・厚み派や実利派の棋風の特徴を表現するためにかなり恣意的に選択された特徴要素である。これは人間の感覚的な面から見た棋風が存在しているという前提で行われたものである。こういった前提条件を捨て去り、着手周囲のパターンや着手位置の系列などの棋風による違いの明らかでない特徴要素を分析することで、棋風を統計的な面のみから捉えることも重要であると考えている。

また、今後の実験においては、プロ棋士の棋風ではなく、アマチュアの棋士の棋風を使用することも検討している。プロ棋士は、棋風に沿った手の中でも勝敗の観点から見て良い手しか着手しないとされるので、棋風の特徴を捉えると

いう点ではアマチュアの棋士に目を向けるのもよいのではないかと考えている。

## 7. おわりに

本研究では、プロ棋士の棋譜データから特徴要素を抽出し、統計的な分析を行うことで囲碁における棋風を形成する要素を明らかにしようと試みた。

分析の結果、棋風を形成しているとみなせる、各棋風間で平均値に有意差のある特徴要素を発見することができた。しかし、棋風の攻撃性/防御性を表すものとして選択した特徴要素が正しくその特性を表すものではない可能性も見られた。

今後は6.2節で述べた問題について取り組みつつ、分析結果を囲碁プログラムに反映し、人間の棋風を模倣させる手法について考えてゆくつもりである。

## 謝 辞

本研究は、科研費（課題番号：21500144）の助成を受けたものである。

## 参 考 文 献

- 1) 中村貞吾, 梶山貴司: "棋譜テキストからの特徴要素抽出とそれをを用いた棋譜の分類", ゲーム情報学研究会 2000 GI-2-11, pp.79-86, (2000).
- 2) 澤宣成, 伊藤毅志: "将棋における棋風を形成する要素に関する統計的分析", ゲーム情報学研究会 2011 GI-26, No.3, (2011).
- 3) Remi Coulom: "Computing Elo Rating of Move Patterns in the Game of Go", ICGA2007, (2007).
- 4) David Fotland: "Many Faces of Go の知識表現", CGF ジャーナル Vol.2, pp.11-21, (1999).
- 5) 日本棋院: "棋譜データ集 96", (1995).