

チェスに似たゲームにおける評価関数の共通性

片寄 裕、ライエル・グリムベルゲン

山形大学

ゲーム研究において評価関数はゲームごとに改良が進められており、それぞれの研究がほかのゲームに役立つことは難しい。そこでチェス、中国象棋、将棋の3つのゲームで共通した評価を使うことができるか評価関数の共通点を調査した。これらは戦争・戦闘を模したゲームといえ、実際の戦争で勝つための法則を記した兵法書には3つのゲーム同様、位置の評価と自由度の評価が書かれている。兵法書にある評価を3つのゲームに当てはめ、実際に共通して適用できるか元のプログラムと対戦させた。結果3つ全てで位置による評価、自由度による評価が共通の考え方で作成でき、孫子の九地篇を用いた方法が共通の考え方の一つになりうるということが確認できた。

Research about evaluation function similarities in chess-like games

Hiroshi Katayose , Reijer Grimbergen

Yamagata University

In game research, a lot of time is spent on improving the evaluation function for one particular game. However, such efforts are of little use for constructing the evaluation function of a different game. Therefore, we investigated the similarities between the evaluation functions of chess, qiang xi (Chinese chess), shogi to find out if it would be possible to make a common evaluation function. We found that the evaluation of piece positions and the evaluation of freedom of movement that are used in these games are similar to the strategies described in books about rules to win wars. We have adapted the evaluation described in one famous war strategy book, and found that it was possible to use these war strategies to make evaluation functions for chess, qiang xi and shogi. Self-play experiments showed that for each game, adding common features lead to improved play.

1. 研究の背景

ゲーム研究において評価関数はゲームによってルールが違うためにそれぞれ違ったものになっているという問題がある。それぞれのゲームで評価関数が改良され、たとえば将棋で有効なものであったとしても、他のチェスや囲碁では有効かどうかわからない。このため、評価関数の改良が直接ゲーム研究に貢献することは難しくなっている。

2. 研究の目的

チェスや将棋のような王 (king) を取り合うゲームでは駒の位置や駒の危険度、自由度など重要視されている項目がよく似ている。そこで本研究では、チェス、将棋、中国象棋の3つのゲームで評価関数の共通点を調査し、実際にその共通点で評価関数を作成し、それぞれのゲームプログラムに組み込むことでその評価関数の有用性を確かめることにした。これによってゲームに共通した評価関数を作成し、あるゲームの評価関数の改良を直接他のゲーム研究に役立たせることを本研究の目的とした。

3. 3つのゲームの評価関数について

将棋の評価は、主に玉の危険度、序盤の駒組み、大駒の自由度、駒の損得が用いられる。序盤は駒の損得を重視し、終盤は玉の危険度を重視すべきであるといわれている。

・玉の危険度

玉の周り8マスの相手の利きと相手の持ち駒が多いほど危険度は高くなり、味方の駒が多ければ危険度は低くなる。上から押さえられるほうが危険なことが多いため、玉の上部には重みをつけて評価する。また、玉の動けるマスが少ないほど危険度が高くなる[1]。

・序盤の駒組み

将棋では他のゲームとは違い、囲いを作って守りを固める。プログラムが玉を囲うようにするには、美濃囲いや矢倉囲いなどのような囲いの形を教えておいて、その形に近いほど評価を高くする方法と、玉が端に寄ったほうがよいということや、金銀は玉より内側にいたほうがよいというように、なるべく汎用性のある法則から自然に囲うようにさせる方法がある[2]。

しかし、汎用性のある法則だけで囲いを作るのはなかなか難しく、無駄なく自然に囲いを作るには囲いの形を教えておくという方法が無難である。

・大駒の自由度

大駒は飛、角の事を指す。この2つの駒は移動範囲が他の駒よりもはるかに大きいので、攻撃、防御に重要な役割を占めている。

移動できるマスが多いほどその大駒は高く評価される。大駒の動けるマスが少なく、周囲に相手の利きがある場合、その大駒が詰まれる可能性を評価する[3]。

・駒の損得

将棋では他のゲームと同じように盤上の駒の種類と数のほか、持ち駒も含めて駒の損得

を計算する.

表 1 : 将棋の駒の価値

歩	香	桂	銀	金	角	飛
100	430	450	640	690	890	1040

駒の価値は、自玉敵玉からの相対的な位置から駒の位置による増減分を計算している.

位置による増減は、自玉の近くと相手の玉の近くでは加算され、離れたところでは減点される[1].

また、二つの玉との相対位置から点数を付加する方法のほかに、中国象棋の位置による価値のつけ方と同様、将棋の盤自体に付加させる価値を固定させている方法も考えられている. これは相対位置による価値の付加に大きく2つの問題があるせいである.

1つ目は全体の評価を上げるために玉自らが味方の駒のほうへ移動してしまう問題である. この問題によって、せっかく囲いの中において安全だった玉が囲いを自ら飛び出し、危険に陥ってしまう.

2つ目は相対の評価では盤の端に近い中央に近い認識できない問題である. 端に近いかどうかの判断は重要である. 通常、玉はなるべく下段に、端に追い詰めるほうが詰ませやすい. しかし、端の認識ができない相対評価では、相手玉を詰ませるための駒を端に打ってしまい、その結果、玉を安全な地点に逃がしてしまう.

盤を直接評価する絶対評価とよばれる方法は、相対評価の欠点を補うために玉の周り5×5マスで相対評価とし、それ以外に使用されている[4].

中国象棋の評価は、駒の価値、重要な位置、駒の自由度、駒の間の脅威および駒の脅威からの保護、状況に応じた動的な調整の5つの要素を用いて行う[5].

将棋の評価法とほぼ同じ項目であるが、重要な位置による駒価値の付加は将棋の絶対評価の方法が用いられている. 敵の帥を脅かすために占められうる場所は、最もよい位置である. 個々の駒が動きの違う方法を持っているので、ほとんどのプログラムには将棋同様個々の駒のために移動可能な位置がどれくらい重要かを判断できるテーブルが装備されている.

チェスは駒それぞれの価値に加えて、それぞれの駒の位置による価値、キングの危険度を用いて盤面を評価している. 位置による付加価値はポーン的位置、たとえばポーンが次の移動で成れそうかそうでないか、また、ルークなど大きく移動できる駒がどれだけ移動できるマスを持っているかによって決定される.

これらに加えて、自分から見て7段目にあるルークを重視することや、自分のポーンの前にある自分の大駒に点数を付加するなどチェス独特の戦略について評価している[6].

4. 兵法と評価関数

3つのゲームは細かなルールが異なっているものの、周りの駒を使って王を守り相手の

王を倒すといういわば戦争・戦闘を模したゲームといえ、実際の戦争を単純化したものに見える。

チェスは、キングがいて城（ルーク）が動くというのは戦闘としてはおかしいが、戦略的な築城により局地の戦闘を有利に進めると考えるならば戦争として納得ができる。クイーン・ビショップが重要な役割を果たすというのも、戦闘能力としてではなく戦地の士気を上げる効果として考えればやはりチェスは戦闘ではなく戦争を模したものといえる。

中国象棋は戦闘に近いと考えられる。「将」も「帥」も一軍の指揮官を意味しており、「砲」が橋渡し役の駒がなければ敵駒を取れないというのも砲架がなければ砲撃することができない実際の戦闘に近いものである。

将棋はたとえ王・玉があったとしても、自陣・敵陣がはっきりしていることや囲いが重要であること、動きが小さい駒が多いことなどから戦闘に近いものと考えられる。戦場において陣形を築くことは何よりも重要なことであり、日本では昔から戦闘で騎馬を用いず徒歩の兵士が多かったからである。

戦争・戦闘に勝つための法則を見出したのが兵法家である。彼らは民族と時代によってそれぞれ異なった特徴を兵法書に持たせ、同じくらい全てに共通する普遍の原則が存在することを示した。

中でも孫子は「孫子以前に兵書なく、孫子以降に兵書なし」といわれており、他の国々でも熱心に研究され、アート・オブ・ウォーという副題をつけられ出版までされている。

孫子が他の兵法書と違うところは、理論を積み上げただけでは到達できないところにあることである。適用範囲が広く、経営やスポーツ、さらには運転にまで活用されているという[7]。また、厳密な戦法や対処法が記してある他の兵法書と違い基本的な理論を追求し、抽象的な記述のために、ある程度自由に解釈できる。そのため、文化の違う3地域で行われる3つのゲームにうまく当てはめることができるのではないかと判断し、孫子をもとに共通の評価関数を作成することにした。

5. 兵法の評価関数への変換

3つのゲームで共通している駒の位置による価値に着目する。現在将棋では駒の価値は主に互いの玉（king）との距離で評価されている[1]。自玉・敵玉との距離から駒の価値を計算し、双玉に近いほど駒の価値を増やし、逆に双玉から遠い駒の価値は減らすようにしている。図1は盤上でどこ駒の価値を増減させるかを示している。色が濃いほど駒の価値を増やし、薄くなるほど駒の価値を減らしている。

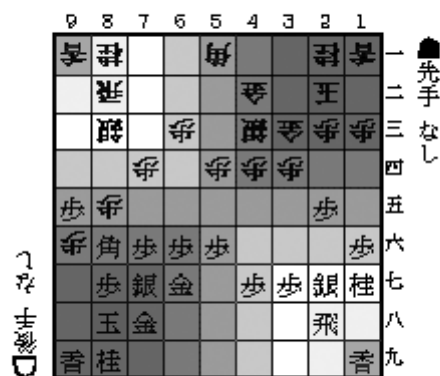


図1：双玉との距離を用いた駒の位置による評価

孫子の兵法九地篇では戦場を9つの区域に分けそれぞれの動き方を示しており、これを用いて共通の評価関数を作成した。孫子の兵法九地篇の戦場の分け方は以下のとおりである[8].

1. 自国領内で戦う場合の戦場を散地という.
2. 敵国領内で、なおかつ国境に近い戦場を軽地という.
3. 敵味方双方ともに占領すれば有利であり、争奪戦がおきやすい地域を争地という.
4. 敵味方双方ともに進撃が容易な地域を交地という.
5. 国境が接している地域をク地という.
6. 敵国領内に深く侵入し、後方に敵の市城があるようになった地域を重地という.
7. 作戦行動しにくい地域で、軍を損傷させる地域をヒ地という.
8. 出入り、行動ともに困難で、少数の敵に苦しめられるような地域を困地という.
9. 出入りが不自由で、なおかつ敵が迫っているような絶体絶命の地域を死地という.

また、この9つの区域での基本的な戦法を次のように記している.

1. 散地では戦ってはならない.
2. 軽地にとどまってはならない.
3. 争地は敵より先に占領せよ. 先に敵が占領していたら攻めてはいけない.
4. 交地では退路を断たれないようにせよ.
5. ク地では周りを有利にするよう心がけよ.
6. 重地では周りの援護はないものと思ひ手近にあるものを調達し、力を蓄えよ.
7. ヒ地は入ってしまったら早く通り過ぎよ.
8. 困地にいるなら早く脱出せよ.
9. 死地では文句なしで戦え.

これら9つの条件を将棋に当てはめた評価法を次のように提案する.

1. 自分の陣地内では駒の価値を低くする
2. 敵陣内で敵の歩の裏は価値を低くする
3. 双玉の周りは高く評価
4. 多く進める駒の位置は高く評価
5. 互いの歩が隣接している場所は周りを高く評価
6. 敵玉より奥にある敵駒は高く評価し取ることを促す
7. 移動が制限されていて動かなければ取られる駒は低く評価
8. 移動が難しい駒は低く評価
9. どう動いても取られてしまう駒は低く評価、その駒が取れる駒を高く評価

この新たな評価法の中で3番目の条件が前述の双玉による位置の価値に相当する。また、4、7、8、9の4条件は駒の自由度に相当する。

この評価を実際に将棋の駒の位置の価値に置き換えると次の図のようになる。

これによって双玉との距離だけでなく他の駒の位置や移動度、安全度を考慮した位置の評価を行うことができた。

九地の条件では自軍、敵軍の領地と国境の設定が重要となる。今回は将棋では領地を両陣地に、国境を歩の位置に設定し、中国象棋では領地を河川が隔てた両側に、国境を兵卒の位置に設定、チェスでは領地をはじめに駒がある場所に、国境をポーンの位置に指定した。

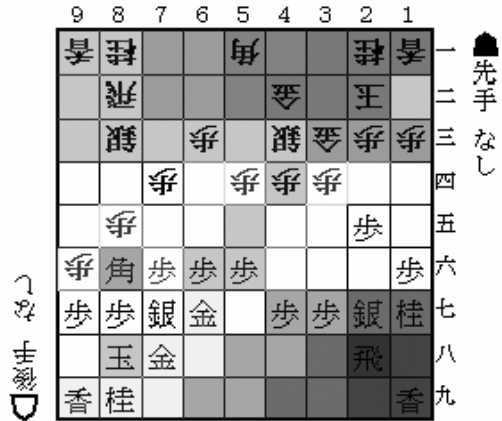


図2：九地篇を用いた駒の位置による評価

6. 実験方法

この九地の評価法が3つのゲームの位置による評価、駒の自由度の評価法に共通して適用できるかを確認するために将棋はSPEAR、中国象棋はMantis Chess[9]、チェスはWitz[10]を使用してそれぞれのゲームで九地の評価法を用いたプログラムと元の位置による評価法、駒の自由度による評価法を用いたプログラムを100回対戦させた。

このとき、将棋と中国象棋では使用したプログラムが双玉の位置による価値を相対テーブルを用いて評価していたため、3つのゲームで九地の評価法を組み込むために同様にテーブルを用いることにした。

また、将棋と中国象棋では九地の評価法を組み込む際にもとの位置による評価、駒の自由度の評価と入れ替えたが、チェスでは今回使用したプログラムがもとの駒の自由度の評価と九地の評価の4、7、8番目に相当する自由度の評価とがほぼ同じであったため位置による評価のみを残りの6条件と入れ替えて対戦を行った。

7. 結果と考察

上記の方法を用いてそれぞれのゲームで実験を行い、それぞれの効果を確認した。

将棋で、もとの評価法を用いたプログラムと九地篇を基に作られた評価法を用いたプログラムを100戦させた結果を表3に示す。

表3：将棋での九地による評価法と元の評価法をそれぞれ用いたプログラムの対戦結果

対戦	結果
九地による評価法 - 元の評価法	67-33

九地篇を基に作られた評価法を用いたプログラムが67勝し、仮説検定を用いて強くなった確率を求めると99.97%となり、九地を基に作られた評価法は将棋に適用できることがわかった。

中国象棋も同様に九地篇を基に駒の位置の価値の評価法を元の評価法に置き換えてそれぞれを100戦させると次のようになった。

表4：中国象棋での九地による評価法と元の評価法をそれぞれ用いたプログラムの対戦結果

対戦	結果
九地による評価法 - 元の評価法	57-43

九地篇を基に作られた評価法を用いたプログラムが57勝し、仮説検定を用いて強くなった確率を求めると92%となった。将棋ほどではないが中国象棋でも九地を基に作られた評価法は適用できると判断できた。

中国象棋で将棋ほどの結果を得られなかった原因として次のようなことが挙げられる。中国象棋では将・帥（将棋でいう王・玉）の移動できる範囲が決まっているために争地の将帥との距離の条件があまり効果的ではない。また、相手の陣に移動出来ない駒もあるため、その駒においての敵陣に関する条件の効果が半減してしまう。このような中国象棋の特殊なルールが将棋よりも効果が得られなかった原因と考えられる。

最後にチェスで九地篇を基に駒の位置の価値の評価法を元の評価法に置き換えてそれぞれを100戦させた結果を表5に示す。

表5：チェスでの九地による評価法と元の評価法をそれぞれ用いたプログラムの対戦結果

対戦	結果
九地による評価法 - 元の評価法 - 引き分け	48-33-19

九地篇を基に作られた評価法を用いたプログラムが48勝し、点数化して引き分けを割り振ると57.5となる。仮説検定を用いて強くなった確率を求めると92%となった。これも将棋ほどではないが九地を基に作られた評価法は適用できると判断できた。

チェスで将棋ほどの結果を得られなかった原因として、チェスでは陣地という考えは使われておらず使用した陣地の条件がうまくいかなかったことや、成ることができる駒がポーンしかなく、しかも一番奥まで行かなければ成ることができないために盤の奥の条件がほとんど使用されなかったことが挙げられる。

これら3つの結果から、3つのゲームでは効果に違いは出たが駒の位置による評価、自由度による評価が共通の考え方で作成でき、孫子の九地篇を用いた方法が共通の考え方の一つになりうるということが確認できた。

8. 今後の課題

以上の結果から、チェス、将棋、中国象棋における駒の位置による価値、自由度による評価は孫子の兵法を用いた共通の評価で置き換えられることが確認できた。しかし、ゲームによって効果に差があることから、今後は今回作成した9つの条件にもゲームによってどれを重要視するか、つまりパラメータ調整が課題となる。また、孫子の兵法には位置のほかにも様々な視点から勝つための法則が書かれており、それらを用いて新たに共通の評価法の作成を試みることや九地篇の解釈についても今後の課題である。

参考文献

- [1] 橋本剛, 将棋プログラム TACOS のアルゴリズム, 松原仁 (編), アマトップクラスに迫るコンピュータ将棋の進歩 5, pp. 33-67, 共立出版, 2005.
- [2] 鶴岡慶雅, 将棋プログラム「激指」, 松原仁 (編), アマ 4 段を超えるコンピュータ将棋の進歩 4, pp. 1-17, 共立出版, 2003.
- [3] 金沢伸一郎, 金沢将棋のアルゴリズム, 松原仁 (編), コンピュータ将棋の進歩 3, pp. 15-26, 共立出版, 2000.
- [4] 山下宏, YSS—そのデータ構造、およびアルゴリズムについて, 松原仁 (編), コンピュータ将棋の進歩 2, pp. 112-142, 共立出版, 1998.
- [5] Shi-Jim Yen, Jr-Chang Chen, Tai-Ning Yang, and Shun-Chin Hsu, “COMPUTER CHINESE CHESS”, ICGA Journal, vol. 27, pp. 3-18, 2004.
- [6] Murray Campbell, A. Joseph Hoane Jr., and Feng-hsiung Hsu, “Deep Blue”, Artificial Intelligence, vol.134, pp.57-83, 2002.
- [7] 大橋武夫, 兵法孫子, マネジメント社, 1980.
- [8] 水野実, 図解雑学 孫子の兵法, ナツメ社, 2003.
- [9] <http://cosoft.org.cn>
- [10] <http://witz.sourceforge.net>