

# ボードゲームコンピュータプレイヤの 強さ調整の困難さの差異の検討

甲斐 翼<sup>†</sup> 横山 大作<sup>†</sup>

明治大学大学院 理工学研究科<sup>†</sup>

## 1 はじめに

近年のゲーム AI の発展は目覚ましく、チェスやオセロ等多くのゲームで AI が人間のチャンピオンに勝利する場面が増えている。その一方で棋力調整に関しても研究が進められており、将棋や囲碁等様々なゲームを題材として多くの棋力調整の手法が提案されている。しかし同じ棋力調整手法を用いても上手く勝率を調整できるゲームとできないゲームが存在するのではないかと考えられる。本研究では、代表的な二人零和有限確定完全情報ゲームであるオセロとマンカラを題材に棋力調整が比較的容易なゲームとそうでないゲームがどのような要素と深く関連しているのかについて検討する。

## 2 本研究で扱うゲームについて

マンカラではベーシックルール、カラハルールと呼ばれる 2 つのルールを扱う。これらは石の動かし方や初期盤面こそ同じであるが、勝利条件の違いや横取りの有無等細かな違いが存在する。

オセロは今日も戦術や棋力調整手法が研究されているゲームの一つである。6×6 の盤面のオセロについては完全解析が済んでいるが 8×8 のオセロについては未だ完全解析はなされておらず、人間が遊ぶ場合もこのどちらかの盤面であることが多い。本研究では、この 2 つのオセロについて差異を検討する。

## 3 棋力調整の難しさの差異

本研究では棋力調整の比較的容易なゲームとそうでないゲームの区別のため、3 種類の調整手法 AI と 5 種類のエージェントを対戦させ、その勝率の分布から棋力調整の難しさの差異を示す。

実験では各棋力調整手法に対して各エージェントと先手後手を入れ替えて 1000 戦ずつ行った。勝敗にランダム性を持たせるため、数手ランダムに進めてから各手加減手法やエージェントに切り替える。ただし上記のルールや盤面の観点からベーシックルールのマンカラとカラハルー

ルのマンカラ、6×6 のオセロと 8×8 のオセロでは 1 手によるゲームの進行割合が異なるため、ランダムに進めた場合に終了するゲームの割合や埋まる盤面の割合からゲームの進行割合を推測し、それが同程度となるようにランダムに進める手数を調整した。

## 4 差異の検討

以降はベーシックルールのマンカラと 8×8 のオセロを棋力調整の難しいゲーム、カラハルールのマンカラと 6×6 のオセロを調整の容易なゲームであると定義する。

### 4.1 合法手の数の分布

マンカラにおいては横取りルールの有無によってベーシックルールよりカラハルールの方が、オセロにおいては盤面の大きさから 8×8 より 6×6 の方が合法手が少なくなる傾向にある。実際に盤面毎に合法手の数を抽出し、調整の難易度と比較する。

以下の表では平均ゲーム終了手番数を元にゲームを序盤終盤に分けた場合の合法手の数の分布について示す。また、以降の分散はスコアや合法手数を minmax 正規化して算出している。

表 1 手番数を元に序盤終盤に分けた場合のマンカラにおける合法手の数の分布

ルール	手法	盤面	平均合法手	分散
ベーシック	1	序盤	4.57693840	0.04104888
ベーシック	1	終盤	3.61706752	0.04450719
ベーシック	2	序盤	4.54925994	0.02630261
ベーシック	2	終盤	3.31421161	0.05108411
ベーシック	3	序盤	4.55194924	0.02641058
ベーシック	3	終盤	3.53875735	0.04945714
カラハ	1	序盤	4.53512421	0.03172331
カラハ	1	終盤	3.28128864	0.06463824
カラハ	2	序盤	4.47514364	0.03681055
カラハ	2	終盤	3.29492996	0.06231074
カラハ	3	序盤	4.4874956	0.03694377
カラハ	3	終盤	3.25760531	0.06660665

表2 手番数を元に序盤終盤を分けた場合のオセロにおける合法手の数の分布

ルール	手法	盤面	平均合法手	分散
6×6	1	序盤	4.19400738	0.04034749
6×6	1	終盤	2.80780344	0.03931068
6×6	2	序盤	4.56562176	0.04314315
6×6	2	終盤	3.18375749	0.04313094
6×6	3	序盤	4.02334746	0.05156067
6×6	3	終盤	2.74367237	0.03853841
8×8	1	序盤	7.04964858	0.0405783
8×8	1	終盤	5.56120018	0.04087588
8×8	2	序盤	7.61234969	0.03735109
8×8	2	終盤	6.10239609	0.04079851
8×8	3	序盤	6.92786192	0.04419792
8×8	3	終盤	5.33864688	0.04320187

手番数を元に序盤終盤を分けた場合、マンカラの場合は序盤に対して終盤の方が分散が大きくなったのに対して、オセロの場合は序盤の方が分散が大きくなっている場合もあり、序盤終盤で違った傾向は見られなかった。また、オセロ、マンカラどちらの場合においても調整しやすいゲームとしにくいゲームを比較した際に大きな差異は見られなかった。以上のことから、手番数を元に序盤後半を分けた時の合法手の数から調整の難しさの原因を考察することは難しいと考えられる。

#### 4. 2 スコアの数の分布

原始モンテカルロ法による勝率をスコアとして抽出し、その分布から考察する。

実験では対戦中に訪れた盤面のうち1%をサンプリングし、その盤面で打てる合法手のスコアを出力した。序盤終盤の分け方は合法手の数の分布と同様とした。

表3 手番数を元に序盤終盤を分けた場合のマンカラにおけるスコアの分布

ルール	手法	盤面	平均スコア	分散
ベーシック	1	序盤	0.49888447	0.00160957
ベーシック	1	終盤	0.41860944	0.02394859
ベーシック	2	序盤	0.49930139	0.00849546
ベーシック	2	終盤	0.48727128	0.02373656
ベーシック	3	序盤	0.4983064	0.00355621
ベーシック	3	終盤	0.41175338	0.03437223
カラハ	1	序盤	0.47911316	0.02867595
カラハ	1	終盤	0.2991738	0.06290877
カラハ	2	序盤	0.49548551	0.01952913
カラハ	2	終盤	0.41997401	0.06370939
カラハ	3	序盤	0.49809942	0.02745467
カラハ	3	終盤	0.34532234	0.09575608

表4 手番数を元に序盤終盤を分けた場合のオセロにおけるスコアの分布

ルール	手法	盤面	平均スコア	分散
6×6	1	序盤	0.32834587	0.0421732
6×6	1	終盤	0.14639815	0.04239617
6×6	2	序盤	0.4467948	0.02845664
6×6	2	終盤	0.45171987	0.08256194
6×6	3	序盤	0.51980777	0.05025222
6×6	3	終盤	0.2874979	0.10214584
8×8	1	序盤	0.28465101	0.03796924
8×8	1	終盤	0.05864948	0.01098357
8×8	2	序盤	0.46213339	0.01014325
8×8	2	終盤	0.43432903	0.05015626
8×8	3	序盤	0.36048775	0.0320424
8×8	3	終盤	0.15672021	0.04716624

各ゲーム、ルール、手法共に棋力調整の容易なゲームでは終盤の分散の値が大きくなる傾向が見られたが、8×8のオセロでの手法3の終盤の分散の値が6×6のオセロでの手法1の終盤の分散の値を上回るなど、終盤の分散の値だけを見ては差異の判別は難しいと考えられる。そこで序盤の分散の値にも注目すると、調整しにくいゲームである8×8のオセロでの手法2、手法3での値に対して6×6のオセロでの手法1の序盤の分散の値は大きく、また8×8のオセロでの手法1の序盤の値は序盤の中では大きい値を示しているが終盤の値は小さく調整しづらいゲームであることから、序盤だけの値を見ても判別は難しいと考えられる。終盤のスコアの分散が大きだけでなく、序盤からも一定程度の分散の大きさがあることが調整しやすいゲームであるための条件であると考えられる。

#### 5 おわりに

本稿ではボードゲームにおける棋力調整の難しさの差異の原因について、合法手のスコアの分布に調整の難しさの原因を見出すことを提案した。今後は原始モンテカルロ法以外のアルゴリズムによるスコアの抽出や別のゲームを扱うことによりさらに調査を進めたい。

#### 参考文献

- [1]池田心、楽しませる囲碁・将棋プログラミング、オペレーションズリサーチ：経営の科学、2013
- [2]仲道隆史、伊藤毅志、将棋AIにおける棋力の調整が不自然さに与える影響、第19回ゲームプログラミングワークショップ、2014
- [3]仲道隆史、対戦して自然な将棋AIの研究 - ユーザの棋力に動的に合わせるシステム、電気通信大学大学院情報理工学研究科修士論文、2014