オセロの勝ち方

金子幸長　髙橋勇人　髙橋俊一　今野洋平　鈴木航士郎　加藤柊汰
（指導員　佐々木　望）

１．動機と目的

ゲーム理論を調べている最中、私たちが日常遊んでいるオセロにもこのゲーム理論との関係があるのではないかと興味を持った。また、オセロをプレイ中に考えていることを明確な形で表現して勝つ可能性を少しでも高めることができないか考え、そのためにどこに石を置けばよいかを客観的に判断するための関数を作ることにした。

２．ゲーム理論とは

ゲーム理論とは元々はチェスの戦略研究から始まったもので「相互依存性の状況下での合理的意思決定や合理的配分方法」について考えるための数学理論である。この理論はゲームを支配するルール、ゲームにおける目的達成に向けた戦略の意思決定を行うプレイヤー、プレイヤーの意思決定を左右する情報、プレイヤーが選択可能な戦略の四つの要素で構成されている。この意思決定が私たちの日常にも関わりがあると考えたので、普段遊んでいる「オセロ」について研究をしてみた。

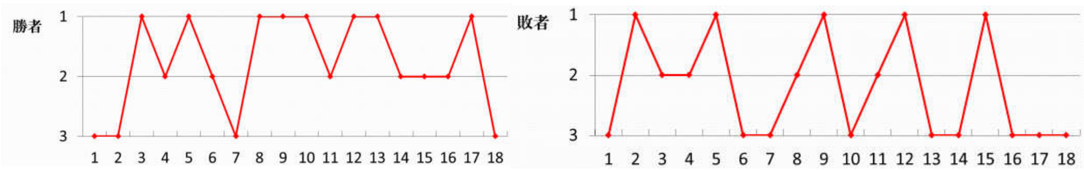
３．オセロについて

オセロとは、１９７２年に長谷川五郎氏が考案したゲームで、１９９７年からは、世界選手権が行われている。オセロは８×８のマス目があり、相手の石を挟み込んで自分の石を増やしていく。全面埋まった場合ゲームが終了し、自分の色の石が多ければゲームの勝者となる。

４．オセロにおける意思決定の調査実験

オセロを行っているプレイヤーがどんなことを考えているか調べるために聞き取り実験を行った。実験の方法は６×６の盤面でゲームを行い、各プレイヤーの意思決定の理由を聞いてメモを取り、それを元に似たような意志決定をまとめて分類した。ただし、１手終えるごとに相手には退席してもらい、対戦相手の意思決定の理由は聞くことができないようにした。

実験の結果、プレイヤーが考えていることは「１相手の石をとる」、「２相手に石をとらせたくない」、「３置ける場所が限られている」という３つにまとめられた。



このグラフから、勝者に比べて敗者は置ける場所が限られている事が多いこと、敗者は意思決定の理由が１手ごとに変わり一貫していないことがわかる。しかしこの実験が勝ちにつながる客観的な意思決定を与えるとは言えない。１手ごとに変わる状況にも対応できるような道具が必要と考え、自分がどこに石を置けばよいか、数値で表現できないか考えた。

５．盤面を評価する関数の作成

私たちがこれまでオセロをプレイ中に考えていること、経験的に知っている勝ちにつながることを関数の変数として次のような関数を作ることにした。

$$\boldsymbol{F(a,b,c,d,e,g,t)=f_1(a,t)+f_2(b,t)+f_3(c)+f_4(d)+f_5(e)+f_6(g)}$$

ａ：自分のとれる石の数
ｂ：相手のとれる石の数
ｃ：とった角の数
ｄ：とった角の隣の数
ｅ：相手のおける場所の数
ｆ：ひっくり返らなくなる石の数
ｔ：ターン数、各プレイヤーの手順

$\boldsymbol{f_3(c)}$について

角の価値

角の重要性は変わることが無いとし、考えやすい要素ｃ１つに対してを＋１０と定め、それ以外の要素はこのｃを基準とした。$\boldsymbol{f_3(c)=10c}$

$\boldsymbol{f_4(d)}$について

角の隣の価値

角の隣におくことは相手に角をとられる可能性が高い、つまり角を取られることと同義であると考え、角の隣におくという要素ｄ１つに対して－１０とした。$\boldsymbol{f_4(d)=-10d}$

$\boldsymbol{f_1(a,t)}$について

（１）自分がとれる石数とターン数の関係

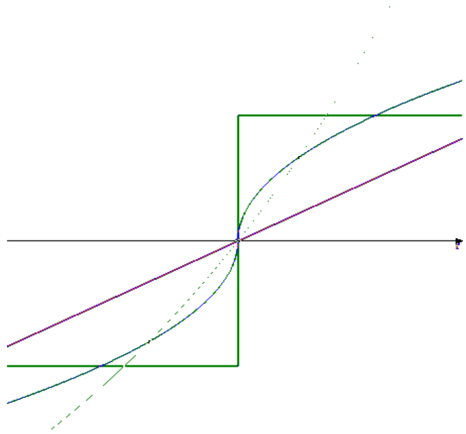
前半は石を多くとるべきではないと経験的に知っているので、前半は少なくとり、後半は多くとるようにして、取る数の切り替えに適したターン数を調べた。

その結果、４０ターン目が一番適しているとわかった。

（２） 自分がとれる石の価値

ａ１つあたりの値はｔと関係があるのではないかと思い、グラフで表してみることにした。

一次関数型：３５ターン目と４５ターン目の差を大きくしたいので一定の変化量の関数は適さない。



二次関数型：後半の差が大きすぎるのは適さない。

指数関数型：後半の変化率が大きすぎるため適さない。

無理関数を二つあわせた型：関数の形が適している。

Ｌ字関数型：１ターン目から３９ターン目まで差がないのは適していない。

よって、無理関数を二つ合わせた型が一番適する関数だとわかった。
ここで、ある数ｋを決めるために要素ｄと関係づけた。
「角の隣におけるようになるタイミングが平均７ターン」、「６ターン目でとれる石の最大数が５」から、７ターン目においてとった石の数が５個になっても、－１０を超えないようにした結果

ｋ＝$\frac{2}{17}$になった。

$\boldsymbol{f_1(a,t)}$は、$1 \leqq t \leqq 40$の時　　$-\sqrt{-\frac{2}{17}(t-40)}a$

$40 \leqq t \leqq 60$ の時　　$\sqrt{\frac{2}{17}(t-40)}a$　となった。

$\boldsymbol{f_2(b,t)}$について
自分が一個とり、相手も一個とったときにその値は０になると考え、
よって$\boldsymbol{f_2(b,t)}$の式は$\boldsymbol{f_2(b,t)}$＝－$\boldsymbol{f_1(b,t)}$と表せると考えた。

$\boldsymbol{f_2(b,t)}$は　　$1 \leqq t \leqq 40$の時　　$\sqrt{-\frac{2}{17}(t-40)}b$

$40 \leqq t \leqq 60$ の時　　$-\sqrt{\frac{2}{17}(t-40)}b$

$\boldsymbol{f_6(g)}$について
確定石一つの価値
「ひっくり返らなくなった石」を確定石と呼ぶことにし、確定石は「ある辺の中で自分がとった角とつながっている自分の石の数」とした。また、角を確定石に含まないことにした。
角一つ＋確定石二つ≧確定石六つ、と考え、要素ｇの値は０以上２．５以下となった。
ここで、要素ａやｂと比べ大きい数にしたいので、要素ｇは２．５とした。$\boldsymbol{f_6(g) = 2.5g}$

$\boldsymbol{f_5(e)}$について

相手のおける選択肢の数の価値

要素ｅのマイナスは要素ｇのプラスより小さいと考えた。また、ｅの値は変化が大きく、値を大きくしてしまうと角より大きくなってしまう可能性があるので、要素ｅは－０．５とした。

$$\boldsymbol{f_5(e) = -0.5e}$$

$\boldsymbol{f_4(d)}$について

角の隣の価値（再考）

要素ｄについて角がすでに埋まっている場合は角を取られる心配がないので０になると考えた。そこで、角の所有者で場合分けをした。ただし、角の隣がある辺のみに注目して数値を考えた。

Ａ　角を誰も取っていない場合

角とその隣を除く４つを自分が取っていてかつ 角とその隣に相手の石がない場合のみそれを例外として ０　それ以外の場合を－１０とした

Ｂ　角を自分が取っている場合

どんな場合でも角の隣に置くことによって確定石ができるので０とした

Ｃ　角を相手が取っている場合

角の隣に自分が置いた後すぐに相手にそこを取られる場合、相手の確定石が増えるので（増える分）×（－２．５）とした

角の隣に自分が置いた後すぐに相手にそこを取られない場合、相手が（もしそこに置かれた場合増える相手の確定石の数）×２．５とした

以上から次のような関数が完成した。

$$F(a,b,c,d,e,g,t) = \frac{|t-40|}{t-40}\sqrt{\frac{2}{17}|t-40|}(a-b) + 10c + d - \frac{1}{2}e + \frac{5}{2}g$$

ただし、$d = -10, -5, 0, 5$　とする。また、$t = 40$のときは$t = 41$のときと同じ扱いにする。

６．考察と今後の課題

今回作った関数は要素の数が足りず不十分であると考えられ、この関数を用いてゲームをするうちに本来置くべきではない場所に置く可能性がある。用いた無理関数以外の関数についても検討する必要がある。また、$t = 40$ のときの扱いについても検討が必要である。さらに実験と検証を重ね、他に必要な要素を加え、より正確に勝ちにつながるような意思決定が可能な関数ができたらいいと思う。

７．参考文献

はじめてのゲーム理論　山中幹夫　著

ゲーム理論入門　モートン・Ｄ・デービス　著

ゲーム理論を読みとく　武田茂夫　著

８．　謝辞

秋田大学大学院　工学資源学部　研究科　情報工学専攻　数理科学講座

小林真人（まひと）　准教授

由利高校教諭　数学班担当　佐々木望 先生　誠にありがとうございました。