

簡単な不完全ゲームを用いた教育の試行

大久保 誠也^{†1}

本研究では、ゲームの情報教育への利用について検討する。最初に、短期間の情報教育講義でも利用しやすい不完全情報ゲームとして、陣地付き3目並べを定義する。次に、その簡単な解法について議論し、最後に、実際に講義で利用した結果について述べる。

Trial of Information Education using Easy Imperfect Information Game

SEIYA OKUBO ^{†1}

In this work, we discuss a trial of education using imperfect information game. First, we define Tic-Tac-Toe with Field as an easy game with imperfect information. Second, we show easy method to solve this game. Last, we discuss the effect of this trial.

1. はじめに

近年、ゲームを情報教育に役立てようという試みがなされている。そのような試みの一つとして、電気通信大学において、コンピュータ大貧民大会が開催されている⁵⁾。この大会は、トランプゲームの大貧民をプレイするコンピュータプログラムを持ち合い、その強さを競う大会であり、詳細は大会公式サイト (<http://www.tnlab.ice.uec.ac.jp/daihinmin/>) で参照することができる。また、この大会の枠組みをベースとした不完全情報ゲームに関する研究が行われてきている¹⁾⁻³⁾。

^{†1} 静岡県立大学経営情報学部

School of Administration and Informatics, University of Shizuoka

この大会の目的は、上記のように不完全情報ゲーム研究の一環として強いプログラムを開発することは以外にも、馴染み深いトランプゲームを題材にして情報初学者に対しての教育の題材とすることも目的に含まれており、実際に大学における情報教育として利用されている^{4),6),7)}。その一方で、大貧民は深く複雑なゲームであるため、短期間の講義で利用するのは難しい側面もあり、実際に、上記の教育活動は半期にわたって行われている。また、大貧民のアルゴリズムを頭のなかで整理させることは、情報の初学者には難しい場合も存在した。

そこで、本研究では、初学者相手の短期間の講義や情報初学者への不完全情報ゲーム教育に導入しやすいゲームとして陣地付き3目並べを定義し、実際に講義で使用した様子を報告する。また、このゲームの簡単な解法についても述べる。

2. 陣地付き3目並べ

本活動の目的は、次のようなものである。

- アルゴリズムに関する短時間の実習に利用できること。簡単にルールが理解でき、短時間で習熟できること。
- 相手の手を想定して自分の手を決めることを実践させること。つまり、漠然と打つのではなく、なんらかの考え方に立脚した打ち方ができるようになること。
- 完全情報ゲームとの差異を理解できること。
- 先手有利・後手有利について理解を深めること。短時間のうちに、何らかの結論に達することができること。

本節では、上記の条件を満たすゲームとして、陣地付き3目並べを定義する。

通常の3目並べは2人でプレイするゲームであり、3×3のマス目に交互に石を置いていき、先に縦横斜めのいずれか1列に並べた方が勝ちとなる。熟練者同士で対戦すると必ず引き分けになることが知られている。

陣地付き3目並べは、通常の3目並べに陣地をつけたものである。同様に3×3のマス目をボードとして利用するが、ボード上には先手の陣地と後手の陣地が存在している(図1参照)。また、マス目にはa~hまでのアルファベットが割り当てられている。

ゲームの進行は次のようになる。

- (1) 先手は自分の陣地のアルファベットの場所を入れ替える。同様に、後手も自分の陣地のアルファベットの場所を入れ替える。並べ替えたアルファベットの順番は、相手に教えない。また、相手の陣地の様子を知ることはできない。例を図2に示す。

- (2) すべてのマス目が埋まるまで、交互に石を置いていく。本論文では、先手の置いた石は \circ を、後手の置いた石を \times として表現することにする。このとき、次のようにする。
 - 先手から石を置き始める。
 - 石を置く際は、ボードのアルファベットを宣言する。
 - すでに宣言されたアルファベットを再度宣言することはできない。
 - 宣言されたアルファベットの順番を記載しておく。
- (3) ステップ1の入れ替えた結果を統合し、各マス目の記号を決定する。記載しておいたアルファベットの順番から手番を再現し、先に縦横斜めのいずれか1列に、3目並べた方を勝ちとする。

3. 解 法

すべての試合は9手以内で終了するので、他の不完全情報ゲームと比較して、比較的容易にゲーム木を書くことができる。それでも有意な盤面が2807ノードほどの木になる(表1参照。ただし、左右対称のものは同一視している)。

本ゲームは、先手の方が多くの石を置ける上、先に中央を占めることができるため、明らかに先手が有利である。相手の陣地の様子を知ることができないために確実に勝つ手は存

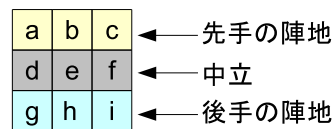


図1 ゲーム板の初期状態

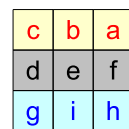


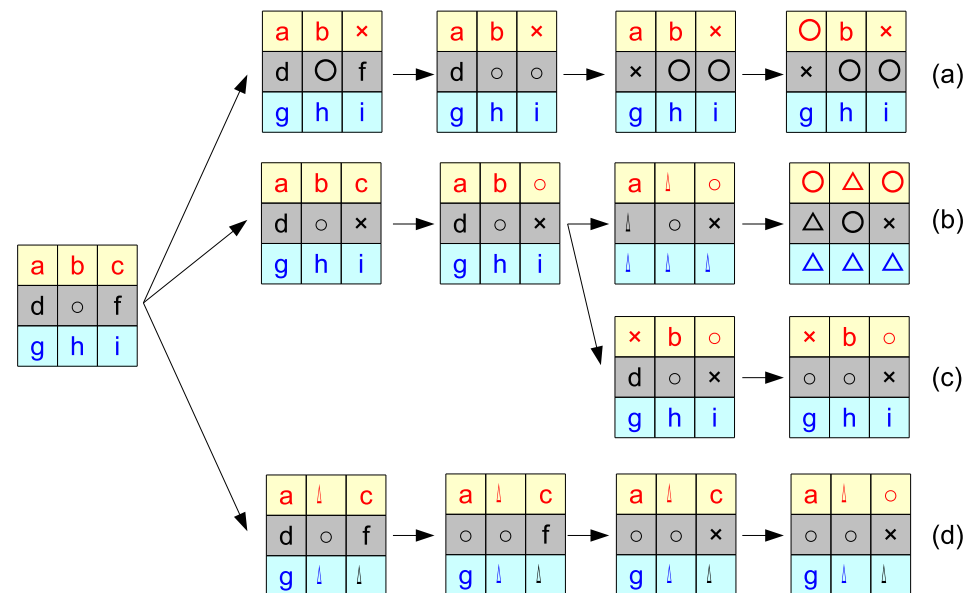
図2 アルファベット入れ替え例

| 手数目 | 盤面数 |
|------|-----|
| 0 手目 | 1 |
| 1 手目 | 6 |
| 2 手目 | 39 |
| 3 手目 | 132 |
| 4 手目 | 390 |
| 5 手目 | 645 |
| 6 手目 | 772 |
| 7 手目 | 579 |
| 8 手目 | 201 |
| 9 手目 | 42 |

在していないが、先手は確実に負けない(勝つか引き分けになる)打ち筋が存在する(図3参照)。つまり、先手は、4つの石を利用することで、縦横斜めのすべてのラインに少なくとも1つの石を確実に置くことができる。

後手は先手が何を行いたいのかを見極め、対処する必要がある。図3中の(b)の展開の場合は、後手がどのように打とうとも、1/2以上の確率で先手の勝ちとなる。後手は運にまかせるしかない。(a)(c)(d)の場合は、後手は先手の手筋を読むことができれば、引き分けに持ち込むことができる。

一方、先手が図3の打ち筋のみを打つ場合、後手も手を読めるようになるため、必ず引き分けの勝負となる。そのため、先手も勝つためには、負けるリスクを幾らか背負い、異なる打ち筋を行う必要がある。



ただし、後手が「後手の陣地」に2石を打ったなら、先手も「後手の陣地」に打つ。

図3 先手が必ず引き分けにする手

4. 試行について

静岡県立大学経営情報学部1年後期に開講されている「基礎演習2」ならびに3年後期に開講されている「演習I」において、本システムの試行を行った。なお、基礎演習2は、少人数の学生が各教員について受講する、1年生後期に開講される選択制の講義である。本システムを試行した基礎演習2の概要を、表2に示す。本演習では、受講生4名に対し、アルゴリズムとは何かという基本的なことや、フローチャートの書き方、PADの書き方等を、ところどころ大賞民を題材として講義/演習を行った。

また、経営情報学部は、情報学を特に経営学に応用することを目指した学部である。実問題は不完全な情報しか手に入らないことが多いため、不完全情報ゲームについて理解することは重要である。

試行では次のようにしてゲームを学習させた。

- (1) 先手と後手を交互に入れ替える。
- (2) それぞれの手を打つ際、なぜその手を打ったのかを記載させる。
- (3) 1ゲーム行う毎に、ゲームの展開について議論を行わせる。

数試合行った時点で、学生から手が収束した旨の報告があった。2試合目の展開を図4に、7試合目の展開を図5に、12試合目の展開を図6に示す。また、学生が最終的に達した打ち筋の結論を図7に示す。

1~2試合目は先手が1手目に中央以外に打つ等、あまり深く考えずに手を打っている様子が見られた。試合が進み、5試合目以降になると、先手は必ず1手目に中央に打つようになった。第12試合目では、ある一定の確率で勝利を納めるために、先手は第3手目で相手の陣地に石を置いている。そして、第5手目で運良く勝利を納めた結果となった。最終的な結論では、先手は後手の手筋を予想しながら打つ案が提示されている。

試行の目的を達成するには、

- (1) 深く考えず打つ

表2 基礎演習2概要(湯瀬・大久保担当分)

| |
|---|
| テーマ: アルゴリズム入門 内容: アルゴリズムとはある問題を解くための効率的な手順のことで、プログラムを身につける上では欠かせない概念です。この演習では、トランプゲームの大賞民等を題材として、アルゴリズムの考え方について取り扱います。 |
|---|

- (2) 相手の手筋を予想しながら打つ
- (3) なんらかの手に収束し、このゲームの有利不利について理解するという段階を踏むことが望ましい。図4から7より、第3節のような結論にまでは達していないものの、ある程度の達成を果たしていると言える。

このゲームを行った学生からは、次のような感想を頂いた。

「考えながら打っていくのはおもしろかった」「陣地が見えないため、勝つことを考えるのか、負けないように考えるのかで選択肢が代わり、人の性格などが良く出ると思った」「先手は最初に中央に打つことで縦横斜めのすべてが可能となるので、かなり有利になることがわかった」

物珍しさゆえか、それなりに好評であった。

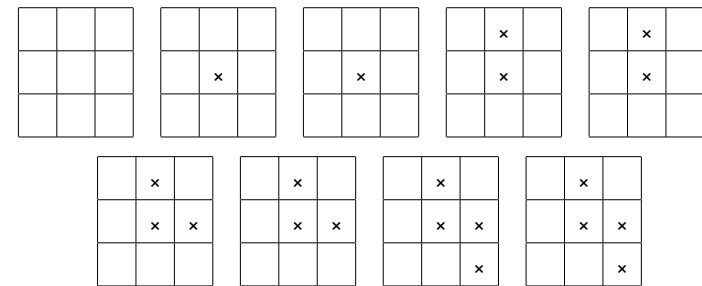


図4 第2試合目

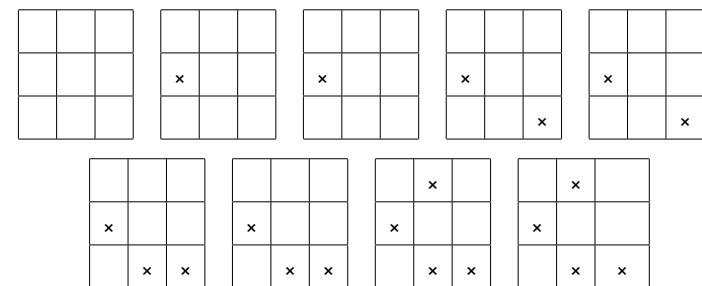


図5 第4試合目

5. おわりに

本研究では、不完全情報ゲームの情報教育利用を目指し、陣地付3目並べを定義した。そして、ゲームの主導権は先手が握る先手有利なゲームであり、望むなら必ず引き分けることができることを示した。最後に、実際に講義に利用し、学生が2時間程度である程度理解したことを示した。

今後の課題としては、陣地付4目並べにした際のゲームの解析や、より多くを教えられる教育方法の開発等が挙げられる。

参考文献

- 1) 坂田浩平, 大橋健: 大富豪におけるペア温存戦略基準の獲得, 第13回ゲーム・プログラミングワークショップ (2008).
- 2) 西野順二: 大貧民における手の構造, 情報処理学会研究報告. GI, [ゲーム情報学], Vol.2007, No.20, pp.33-39 (20070305).
- 3) 西野哲朗, 大久保誠也: コンピュータ大貧民 (特集: 思考ゲーム), 人工知能学会誌, Vol.24, No.3, pp.361-366 (20090501).
- 4) 大久保誠也: コンピュータ大貧民体験システムについて, 情報処理学会研究報告. GI, [ゲーム情報学], Vol.2010-GI-23, No.5, pp.1-4 (2010).
- 5) 大久保誠也, 本多武尊, 眞鍋秀聡, 飯塚拓郎, MahfuzusSalam, K.M., 常田宏和, 儀間武晃, 鈴木智也, 田中愛実, 松野香菜子, 若月光夫, 西野哲朗: 第3回 UEC コンピュータ大貧民大会 (UECda-2008) の報告 (大会報告), 情報処理学会研究報告. GI, [ゲーム情報学], Vol.2009, No.27, pp.17-24 (20090302).
- 6) 湯瀬裕昭, 大久保誠也: 静岡県立大学におけるコンピュータ大貧民の教育利用につい

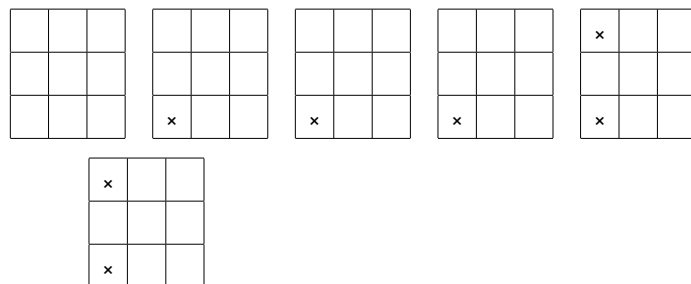


図6 第9試合目

- て, 第2回 UEC コンピュータ大貧民大会シンポジウム (2010).
- 7) 藤田悟: 法政大学におけるコンピュータ大貧民の教育への活用, 第2回 UEC コンピュータ大貧民大会シンポジウム (2010).

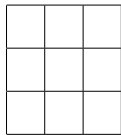
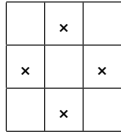
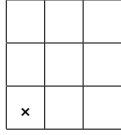
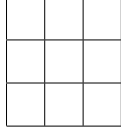
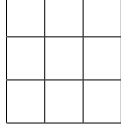
| | | |
|-------------|---|--|
| 1) |  | 先手は必ず初手は中央に打つ |
| <hr/> | | |
| 2) |  | 後手はxの部分ではなく, の部分に打つ可能性が高い. |
| <hr/> | | |
| 3) |  | 先手は, 相手の陣地に打つことで, 次の手で勝てる可能性が出てくる. 図中では, のいづれかになる. |
| <hr/> | | |
| 4) |  | 先手は相手の陣地に石を置く. 2) の予想が正しければ, 1/2 の確率で後手陣地の真ん中に置くことができる. |
| <hr/> | | |
| 5) |  | 先手が4) のように予想しているなら, 先手は次に先手陣地の中央に石を置く可能性が高い. 後手陣地の真ん中に石が置かれてしまった場合, 先手陣地に石を打ち, 運良く中央に石が置かれるのを祈る. |
| <hr/> | | |
| 6) あとは流れで打つ | | |

図7 学生の収束した戦略 (先手)