

一人用ダイヤモンドゲームにおける 最小手数について

豊永 桂輔[†] 武永 康彦[†]
[†] 電気通信大学大学院 情報理工学研究所

1. はじめに

ダイヤモンドゲームは古くから遊ばれているボードゲームである。このゲームは各プレイヤーが交互に駒を動かす、先に全ての駒を決められた位置に移動させることが出来れば勝利となる。通常のダイヤモンドゲームの盤面を一般のグラフに拡張した場合、グラフ上の二人用ダイヤモンドゲームの必勝性判定問題が EXPTIME 完全であること[1]、一人用ダイヤモンドゲームの最小手数を求める問題が NP 完全であること[2]が示されている。

本研究では、盤面となるグラフがパスとなる場合について、その最小手数に関する考察を行う。

2. グラフ上の一人用ダイヤモンドゲーム

グラフ上のダイヤモンドゲームの駒の移動は、隣の空きマスへ移動させるシフト、隣接した頂点の駒を飛び越えて空きマスへ移動させるジャンプがある。同じ駒を連続してジャンプできる場合、1手で連続したジャンプを行うことが可能である。駒を最終的に移動させたいマス为目标マスと呼び、駒と同数存在する。

3. パス上の一人用ダイヤモンドゲームの最小手数

パスの一方の端からある頂点までの区間で最終的に目標とする状態になったとき、それ以外の部分にある駒を目標マスに移動するためには、どのような移動が最適な移動になるかについて考察する。以下では、マス 0 からマス $t-1$ までは全ての目標マスには駒があり、それ以外のマスには駒がない状態になっているものとする。マス t が駒のない目標マス、あるいは駒のある目標でないマスである場合、マス $t-1$ と t の間を境界と呼ぶ。例を図1に示す。ここでは目標マスを太い正方形で表している。



図1. 境界を表した図

本研究では、最小手数で目標の配置にするためには、境界を越えてコマを動かす必要はないのではないかと予想し、この予想が正しいか否かを明らかにすることを目標とする。そのため、駒の移動に種々の制限がある場合について、その性質を明らかにする。

3.1 境界を逆向きに越える動きが連続する場合

境界を越えるための動きは、シフトによるものと、ジャンプによるものが考えられる。さらにジャンプは、境界を越える直前のマスに駒がある場合と、境界を越えた直後のマスに駒がある場合に分けられる。これらのうち可能な組み合わせをすべて考える。図2にその一例を示す。

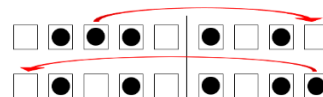


図2. 連続で境界を越える2手の移動

定理 境界を越える動きが2手連続となる場合、境界を越えない動きのみで同じ配置を得られる、同手数以下の手順が存在する。

3.2 境界を越えた駒が戻る場合

定理 以下の条件の下で駒が移動する手順が与えられるとき、駒が境界を越えずにそれ以下の手数で同じ移動を行う手順が存在する。

- ・ 左から右に境界を越えた駒がまた境界を越えて戻る。
- ・ 境界を越えた駒が境界より右にあるときに、他の駒が右から越える動きが1回ある。

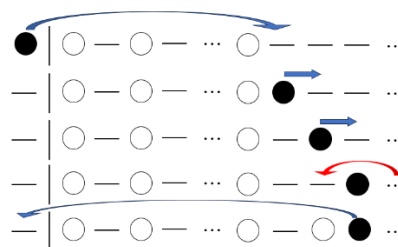


図3. 二つの条件を満たした動きの例

4. 今後の課題

今後は境界を越えた駒が境界より右にあるときに、他の駒が右から越える動きが複数回ある場合や、左から右に境界を越えた駒と右から左に境界を越えた駒が異なる場合にどのような性質が成り立つかを明らかにすることが必要である。

参考文献

- [1] Y. Nakamura and Y. Takenaga, Finding a Shortest Solution for Single-Player Chinese Checkers is NP-complete, 電子情報通信学会 2022 年総合大会, D-1-12 (2022).
 [2] 山田貴之, 武永康彦, グラフ上のダイヤモンドゲームの計算複雑さ, 電子情報通信学会 2022 年総合大会, ISS-A-020 (2022).