

先読みありの1人ぷよぷよの必勝性

全 虎山 武永 康彦
電気通信大学大学院 情報・通信工学専攻

1. はじめに

落ち物パズルゲームに対する理論的な研究としては、テトリスやぷよぷよの必勝法の研究が挙げられる。[1]ではぷよぷよの必勝性について、先読みなしの場合、盤面の幅とぷよの色数に注目して研究を行っている。本研究は本物のゲームに近づくために、先読みありの場合の必勝性について研究を行う。

2. ぷよぷよのルール

ゲームの基本単位であるピースをぷよと呼ぶ。それぞれのぷよには色が付いている。ゲームの盤面は格子状となっており、1マスにつき1つのぷよが配置できる。ぷよは、上下左右の隣接したマスに同色のぷよが配置されると連結し、4つ以上連結した時点で、それらのぷよは消滅する。消滅したぷよの上に乗っているぷよは落下する。その時に、新たに同じ色のぷよが4つ以上つながった場合、それらのぷよも消滅する。この現象を連鎖と呼ぶ。プレイヤーは落下中の組ぷよだけでなく、その後落下する m 個の組ぷよを見ることができる。これを先読みと呼ぶ。本研究では、ぷよぷよを一人ゲームとして扱う。どんな入力に対しても、盤面に積まれるぷよを有限の高さに留めた状態で永遠にプレイできる時、プレイヤーが必勝であると言う。逆に、プレイヤーが最善を尽くしても、ぷよが無限に積み上がるような入力を与えられる時は必敗である。

3. 必敗の条件

定理1. 盤面の幅 w 、先読みの数 m に対して、出現するぷよの色数 k が下記の数以上である時、プレイヤーが必敗である。

$$k = \begin{cases} 2 & (w = 1) \\ w + 2m + 2 & (w = 2, 3) \\ w + 2m + (2m + 2) \left\lfloor \frac{w-1}{3} \right\rfloor + 2 & (w \geq 4) \end{cases}$$

証明の概要 縦連結と横4連結が作れないように次に与える先読みの組ぷよの配色を決定する。

縦方向の連結については、全ての列の一番上にあるぷよと落下中および既に決まっている先読みでない2色からなる組ぷよを与える。列の一番上のぷよの色は最大 w 色、先読みの数が m なので、 $w + 2m + 2$ 色以上あれば、縦に連結することができない。

横方向の連結については、以下のような方針で4連結ができるのを防ぐ。盤面の一番左の列から、3列ごとに分けて、区間と呼ぶ。 w が3の倍数でない場合、盤面の右にできる3列未満の部分も区間として考える。区間と区間の境を境界と呼ぶ。横方向は境界の左右が必ず異なる色になるようにする。境界の両側の中で段差があるぷよは落下中および既に決まっている先読みのぷよと同色にならない。以上の方針を用いると、盤面に横4連結を作ることができない。境界の両側に横2連結がで

きるぷよは最大で $(2m + 2) \left\lfloor \frac{w-1}{3} \right\rfloor$ 色であることを示した。合計 $w + 2m + (2m + 2) \left\lfloor \frac{w-1}{3} \right\rfloor + 2$ 色以上あれば、一度もぷよが消えることはない。□

定理2. 盤面の幅が2、先読みの数が1の場合、色数5の時、プレイヤーは必敗である。

証明の概要 列の一番上のぷよと落下している組ぷよに表われる色を状態色、その数を状態色数と呼ぶ。以下のルールに従って組ぷよを与える。

1. 状態色数が3以下の場合: それ以外の任意の2色からなる組ぷよを与える。
2. 状態色数が4の場合: 状態色でない色と落下中の組ぷよの色のうちどちらかからなる組ぷよを先読みにて与えて、先読みを配置した時点でぷよを消せない場合: 状態色でない色と落下中の組ぷよに含まれる色のうち配置してもぷよを消せない任意の1色からなる組ぷよを先読みにて与える。
3. 1)、2)を満たさない場合: 図1に従って組ぷよを与える。

ルール1、2を満たさない場合は図1の形のみであることを示した。ルールに従って組ぷよを与えると、盤面に作られる縦連結のサイズは高々2であることを示した。ある盤面に対して、先読みを与えるルールを満たす場合、先読みには2つの列の縦2連結でぷよが消える色を含まないため、ぷよを消すことができない。□

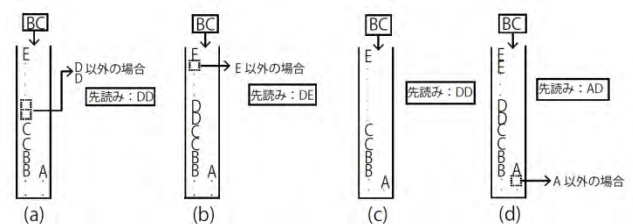


図1.ルール3

4. 今後の課題

任意の数の先読みに対して必敗になる色数を示すことが重要な課題である。また、先読みにより必勝になる条件を研究することも重要と考えられる。

参考文献

- [1] Y. Takenaga and Y. Shimada, "Strategies for Single-Player PuyoPuyo", ICGA Journal (to appear).

謝辞 本研究の一部は JSPS 科研費 15K00505 の助成を受けたものです。