

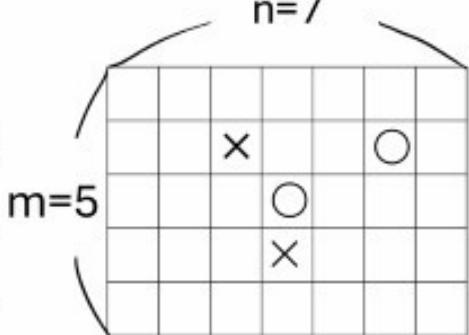
# m n kゲームの勝敗分類の解析

城ノ内中等教育学校5年 瀧川泰史

## 1,m n kゲームとは？

$m \times n$ の長方形のマス目に先手と後手が交互に自分の石を置いていき、先に縦横斜めいずれかでkコ並べることを勝利条件とする、○×ゲームの拡張版(図1)。

【図1】 $m=5, n=7$ の場合



## 2,研究目的

$m n k$ ゲームはゲーム理論で「二人零和有限確定完全情報ゲーム」に分類され、完全な先読みが可能。勝敗は $(m, n, k)$ の組によって、先手必勝・後手必勝・引き分けに分類できる。プログラムで全パターン探索を行い、 $(m, n, k)$ の組と勝敗の関係を明らかにし、ゲーム理論の研究に貢献することがこの研究の目的だ。

## 3,プログラムの工夫点(コードは図2)

- ・C言語を使用(∴実行速度が速い)
- ・ $\alpha - \beta$ 探索(Negamax)
- ・キラームーブ
- ・履歴ヒューリスティックス
- ・ $m \times n$ (マス目)  $\leq 64 (= 2^6)$ のときは盤面にビットボードを使用

## 4,先行研究と研究結果

(以下、盤面の対称性より  $m \geq n$  とする。)

先手必勝になる条件は、

$k=1$ のとき、 $m \geq n \geq 1$

$k=2$ のとき、 $m \geq n \geq 2$

$k=3$ のとき、 $m > n \geq 3$

$k=1, 2, 3$ は  
先行研究  
(Wikipedia)

$k=4$ のとき、 $(m > n \geq 5) \vee (m \geq 10 \wedge n \geq 4)$

## 5,今後の課題

・盤面が大きくなるほど解析に要する時間が長くなる。 $k \geq 5$ のコードも作ったが、学校の配布PCではTimeoutになってしまい、解析できなかった。今後はより優れたPCで解析に挑戦してみたい。

## 【図2】使用コード(一部)

```
// 横
for (int i = 0; i < n; ++i)
    for (int j = 0; j <= WIDTH - 4; ++j) {
        int ok = 1;
        for (int k = 0; k < 4; ++k)
            if (b[i][j + k] != player)
                ok = 0;
        if (ok) return 1;
    }

// 縦
for (int i = 0; i <= n - 4; ++i)
    for (int j = 0; j < WIDTH; ++j) {
        int ok = 1;
        for (int k = 0; k < 4; ++k)
            if (b[i + k][j] != player)
                ok = 0;
        if (ok) return 1;
    }

// 斜め (右下)
for (int i = 0; i <= n - 4; ++i)
    for (int j = 0; j <= WIDTH - 4; ++j) {
        int ok = 1;
        for (int k = 0; k < 4; ++k)
            if (b[i + k][j + k] != player)
                ok = 0;
        if (ok) return 1;
    }
```