

卒業研究報告書

題目

ゴブレットゴブラーズの アプリケーション開発

指導教員

石水 隆 講師

報告者

18-1-037-0049

四宮 悠汰

近畿大学理工学部情報学科

令和4年1月24日提出

概要

ゴブレットゴブラーズは 3×3 の盤面を使い、2人のプレイヤーが縦横斜めに自分の駒を揃えることを目指す三目並べを拡張したボードゲームの一種である。駒には大中小の三種類があり、双方のプレイヤーはゲーム開始時には大中小の駒をそれぞれ2つずつ持つ。手番のプレイヤーは、空いているマスに手持ちの駒を置く、すでに盤上にある駒にそれより大きい駒を被せて置く、すでに盤上に置かれている自分の駒を別の空きマスまたはより小さい駒の上に動かす、という操作のいずれか一つを行うことができる。この操作を各プレイヤーが交互に行い、先に自分の駒を縦横斜めのいずれかに3つ並べることができたプレイヤーの勝利となる。

ゴブレットゴブラーズはマイナーなゲームのため、PC等で遊べるアプリケーションはあまりない。そこで本研究ではPC上でゴブレットゴブラーズを遊べるアプリケーションをJavaを用いて作成する。

目次

1. 序論	1
1.1 本研究の背景	1
1.2 ゴブレットゴブラーズに関する既知の結果	1
1.3 本報告書の目的	1
1.4 本報告書の構成	2
2 研究内容	2
2.1 ゴブレットゴブラーズの概要	2
2.2 ゴブレットゴブラーズのルール	2
3 ゴブレットゴブラーズのプログラム	4
3.1 アプリケーションの仕様	4
3.2 局面の評価値	4
3.3 Game クラス	5
3.4 Board クラス	5
4 実行結果	7
4.1 実行の様子	7
4.2 考察	9
5 結論と今後の課題	9
6 謝辞	10
参考文献	11

1. 序論

1.1 本研究の背景

ゴブレットゴブラーズは、将棋や囲碁等に代表される二人零和有限確定完全情報ゲームに分類される。二人零和有限確定完全情報ゲームの二人とは、プレイヤーの数が二人ということである。零和とは、プレイヤー双方の得点を足すと常に0になること。つまり、得点するには相手から奪う必要があるということである。有限とは、可能な局面の数が有限であることである。確定とは、サイコロのようなランダム要素がないことである。完全情報とは、互いのプレイヤーが相手の全ての情報が公開されていることである。

二人零和有限確定完全情報ゲームの特徴として、双方のプレイヤーが最善手を打った場合、先手勝ち、後手勝ち、引き分けがゲーム開始時点で決定することが挙げられる。理論上は、この種のゲームは全ての可能な局面を解析することができれば最善手を打つことができる。

しかし多くのボードゲームでは、可能な局面の数が膨大であり完全解析を行うことが不可能である。可能な局面の数は例を挙げれば、将棋は 10^{69} 通り、囲碁は 10^{170} 通り、チェスは 10^{50} 通り、リバーシは 10^{28} 通りとされている。一方、可能な局面の数が少ないゲームであれば完全解析されているものもある。連珠は双方最善手を打った場合、47手で先手が勝つ[2]。チェッカーは双方最善手を指した場合、引き分けとなる[7]。

局面の数が大きいゲームについては、ゲーム盤をより小さいサイズに限定した場合の解析が行われているものもある。サイズを 6×6 に限定したリバーシでは、双方最善手を打つと16対20で後手が勝ちとなる[3]。またサイズを 4×4 に限定した囲碁では、双方最善手を打つと引き分けとなり[4]、 5×5 のサイズでは黒の25目勝ちとなる[5]。

将棋については、盤面のサイズおよび駒の種類を減らしたどうぶつしょうぎやアンパンマンはじめてしょうぎは完全解析されている。どうぶつしょうぎは双方最善手を指した場合、78手で後手が勝つ[8]。アンパンマンはじめてしょうぎは双方最善手を指すと引き分けとなる[9]。

1.2 ゴブレットゴブラーズに関する既知の結果

ゴブレットゴブラーズは完全解析されており、双方最善手を打った場合13手で先手が勝つことが示されている。また駒の使用を一部制限した場合、後手が勝つ場合や引き分けになることが示されている[1]。ゴブレットゴブラーズは完全解析されているため、先手後手が決定された時点で勝敗が決まってしまう、CPU戦には向いていない。したがってCPU戦を行うためには、駒の使用を一部制限することなどのルールを追加する必要がある。

1.3 本報告書の目的

ゴブレットゴブラーズは知名度が低く、先手後手の差が小さいアプリケーションがあまり存在しない。そこで本研究では対人戦を行える、先手後手の差が小さくなるようなアプリケーションを作成することを目的とする。

また、既存のアプリケーションが存在するが、CPU戦が存在しないものや[11]、プレイヤーが先手のみで後手を選択できないものがあつた[10]。さらにCPU戦は可能だが、先手必勝ではないが後手で勝つことが困難であるものが存在した[12]。しかし、プレイヤーが勝つ場合も存在するため、CPUは完全解析されたデータをもとに最善手を打っている訳ではないようである。ユーザインタフェースに関して、いずれのアプリケーションもタッチ操作で行われており、操作はしやすいものになっていた。しかし、駒のサイズが分かりにくく見間違える可能性が懸念される。

1.4 本報告書の構成

本報告書の構成は以下の通りである。2章では本研究の対象であるゴブレットゴブラーズについて述べる。3章では本研究で作成したゴブレットゴブラーズのプログラムについて述べる。4章で結果を述べる。5章で結論と今後の課題について述べる。

2 研究内容

本章では研究対象であるゴブレットゴブラーズについて述べる。

2.1 ゴブレットゴブラーズの概要

ゴブレットゴブラーズとは2000年にフランスで発売された「ゴブラーズ」[13]の簡易版である。

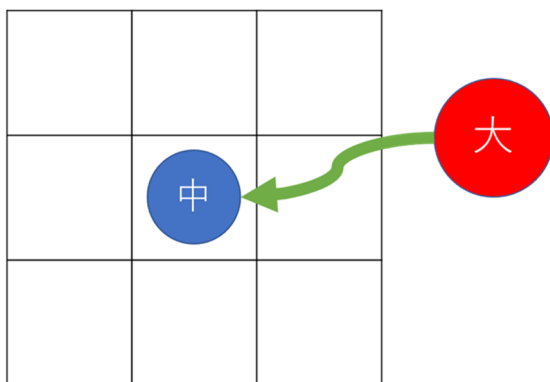
ゴブレットゴブラーズは3×3の盤面で大中小の三種類の駒を扱い、2人のプレイヤーが縦横斜めに自分の駒を揃えることを目指す三目並べを拡張したゲームである。双方のプレイヤーはゲーム開始時には大中小の駒をそれぞれ2つずつ持つ。手番のプレイヤーは、空いているマスに手持ちの駒を置く、すでに置かれている駒にそれより大きい駒を被せて置く、すでに盤上に置かれている自分の駒を別の空きマスまたはより小さい駒の上に動かす、という操作のいずれか一つを行うことができる。

2.2 ゴブレットゴブラーズのルール

ゴブレットゴブラーズは二人で行うゲームである。各プレイヤーは大中小の駒をそれぞれ二つ持った状態でゲームを開始する。自分の手番でできることを以下に示す。

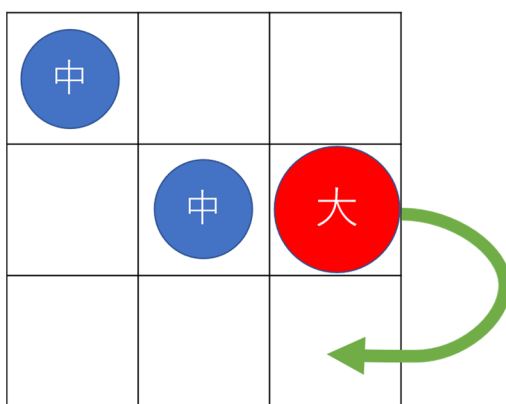
- 持っている駒を空きマスに置く
- 持っている駒をすでに盤上にあるより小さい駒に被せて置く
- すでに盤上にある自分の駒を空きマスまたはより小さい駒の上移動させる

以上の三つの行動のうち、いずれか一つを行うことができる。図1に駒を被せる例を、図2に駒を移動させる例を挙げる。図1では中央に青の中駒が置かれているが、このとき赤の大駒を青の中駒に重ねて置くことができる。より大きい駒を重ねられた場合、下にある駒は見えなくなり三目揃えるための駒として使えなくなる。図2では右辺にある赤の大駒を下に移動させて、青駒が三目並ぶことを阻止している。各手番で上記のいずれかの操作を各プレイヤーが交互に行い、縦・横・斜めのいずれかの列に、自分の駒を三目並べることができたプレイヤーが勝利となる。また、盤上にある駒を動かしたときに、その下から出てきた相手の駒により相手側が三目揃ってしまった場合、自分の番で相手が勝利することになる。その例を図3に示す。図3の中央の赤の大駒の下には青の中駒があるとす。このとき、赤の大駒を動かすと、その下から出てきた青の中駒により青が斜めに三目揃う。このような場合はたとえ手番プレイヤーも駒を動かすことで三目揃えられたとしても、即座に手番プレイヤーの負けとなる。



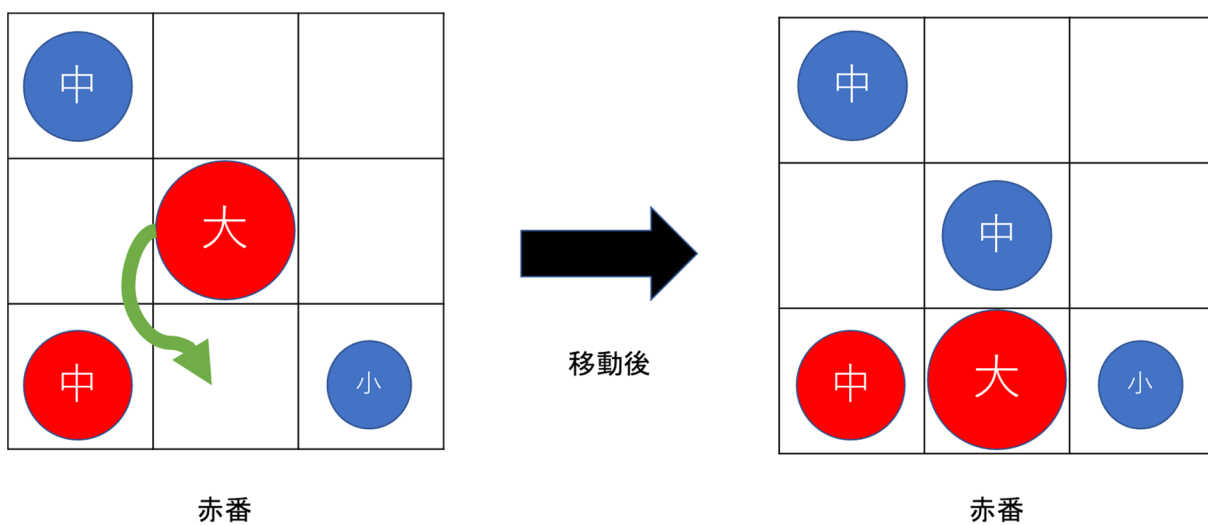
赤番

図 1 駒を被せる例



赤番

図 2 駒を移動させる例



赤番

移動後

赤番

図 3 自分の番に相手が勝利する例

3 ゴブレットゴブラーズのプログラム

本章では本研究で作成したゴブレットゴブラーズのアプリケーションについて述べる。

本研究では, Java を用いてゴブレットゴブラーズプログラムを作成した. 付録に本研究で作成したプログラムのソースコードを示す.

本研究で作成したプログラムは, 二次元配列を用いて盤面を表し, 各駒に価値を割り当てた. そして, マスに置かれている駒の価値を合計し, そのマスにどの駒が置かれているか判定する. この操作を全てのマスに行い, 局面の評価値を求める.

3.1 アプリケーションの仕様

本節では, 本研究で作成したゴブレットゴブラーズのアプリケーションの仕様について述べる. Game. Java を実行しゲームを開始する. プレイヤーは自分の番に, 盤上の駒を移動させるかどうかを選択できる. 移動させる場合, 移動させる駒の位置と移動させるマスの位置を二桁の数字で入力する. (1 番のマスの駒を 5 番に動かす場合は, 15 と入力する.) 駒を移動させず, 持ち駒を置く場合は, 置くマスの位置と駒の種類を入力する. 自分の駒を三目揃えて勝利を目指す.

3.2 局面の勝敗判定値

本研究で作成したプログラムは, 勝負が付いたか, リーチがかかっているかを判定するために局面に勝敗判定値を設定する. 局面の勝敗判定値を計算するためには, マスごとの駒の置かれている状況を表す値が必要である. まずは, 駒ごとに駒の種類を表現する.

表 1 に示す整数値を割り当てる.

表 1 駒ごとに割り当てられた整数値

	大	中	小
先手	32	8	2
後手	17	5	1

駒を被せることができるかどうかは, この駒の整数値を用いる. 被せて置こうとする駒の整数値が, マスに置かれている駒の整数値の二倍より大きければ, 被せることができる. そして, マスの一番上に置かれている駒が先手の駒なら -1 , 後手の駒なら $+1$, 駒が置かれていなければ 0 と勝敗判定値をマスに与える. 縦・横・斜めの全ての列に対して, その列のマスの勝敗判定値を合計し, その値の最大値および最小値を局面の勝敗判定値とする. 局面の勝敗判定値の最小値が -3 なら先手の, 最大値が $+3$ なら後手の勝ちとなる. また, 最小値, 最大値がそれぞれ $-2, +2$ の場合は先手. 後手にリーチがかかっている.

勝敗判定値の例を図 4 の場合で述べる. 青の駒が置かれている場合 -1 を, 赤の駒が置かれている場合 $+1$ を, そのマスに勝敗判定値として与える. 1,2,3 番の列には青駒 1 つ, 赤駒 1 つで勝敗判定値の合計は 0 である. 同様に, 4,5,6 の列の勝敗判定値の合計は $+1$ である. 7,8,9 の列の勝敗判定値の合計は -1 である. 1,4,7 の列の勝敗判定値の合計は 0 である. 2,5,8 の列の勝敗判定値の合計は $+1$ である. 3,6,9 の列の勝敗判定値の合計は -1 である. 1,5,9 の列の勝敗判定値の合計は $+2$ である. 3,5,7 の列の勝敗判定値の合計は -1 である. よって, 局面の勝敗判定値の最小値は -1 , 最大値は $+2$ となり, 赤にリーチがかかっている状態である.

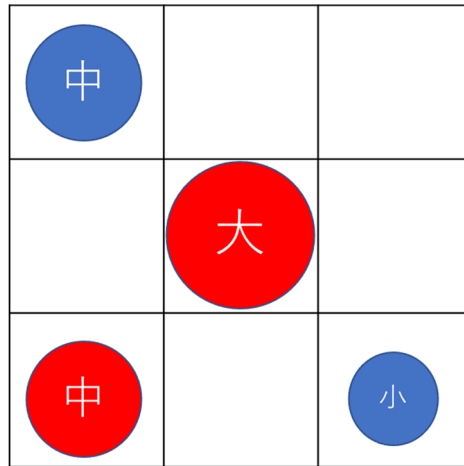


図 4 勝敗判定値の例

3.3 Game クラス

本節以降では、作成したプログラムの各クラスについて説明する。

Game クラスはメインクラスである。ここでゲームを開始し、CPU 戦を行う場合は、CPU のレベルを設定する。しかし本研究で作成したプログラムは CPU 戦には対応していない。そのため CPU のレベルは対人戦用の値に固定されている。

図 5 に Game クラスのクラス図を示す。

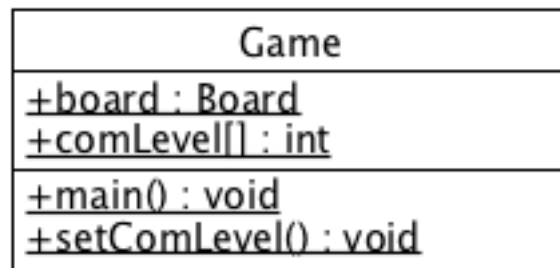


図 5 Game クラスのクラス図

3.4 Board クラス

Board クラスは盤面を管理するクラスである。

盤面は二次元配列を用いて表現する。各マスとの対応は図 6 の通りテンキー配置になる。配列の 0 番目と 10 番目は番外扱いである。そして、各マスに置かれた駒を格納していく。その後、マス、列、局面の評価値の計算後に勝利判定を行う。

表 1 に Board クラスの各メソッドの機能を、図 7 に Board クラスのクラス図を示す。

	7	8	9	10
	4	5	6	
0	1	2	3	

図 6 盤面に割り振られた番号

表 2 Board クラスのメソッドの機能

メソッド	機能
Borad()	コンストラクタ
show() : void 型	盤面を表示する
square(i : int) : String 型	盤のマスの文字列表現を返す
computeBoxValue() : void 型	マスの評価値を計算する
computeLineValue() : void 型	列の評価値を計算する
computeValue() : int 型	局面の評価値を計算する
player() : void 型	人間が一手打つ
setStone(place : int, piece : int) : void 型	指定した位置に駒を置く
moveStone(place : int, piece : int) : void 型	指定した位置に駒を移動させる
doesWin() : boolean 型	勝利判定を行う
nextTurn() : int 型	手番を変更する
copy() : Board 型	盤面のコピーを作成する
nextBoard(place : int , piece : int)型	指定した位置に打った新たな盤面の作成

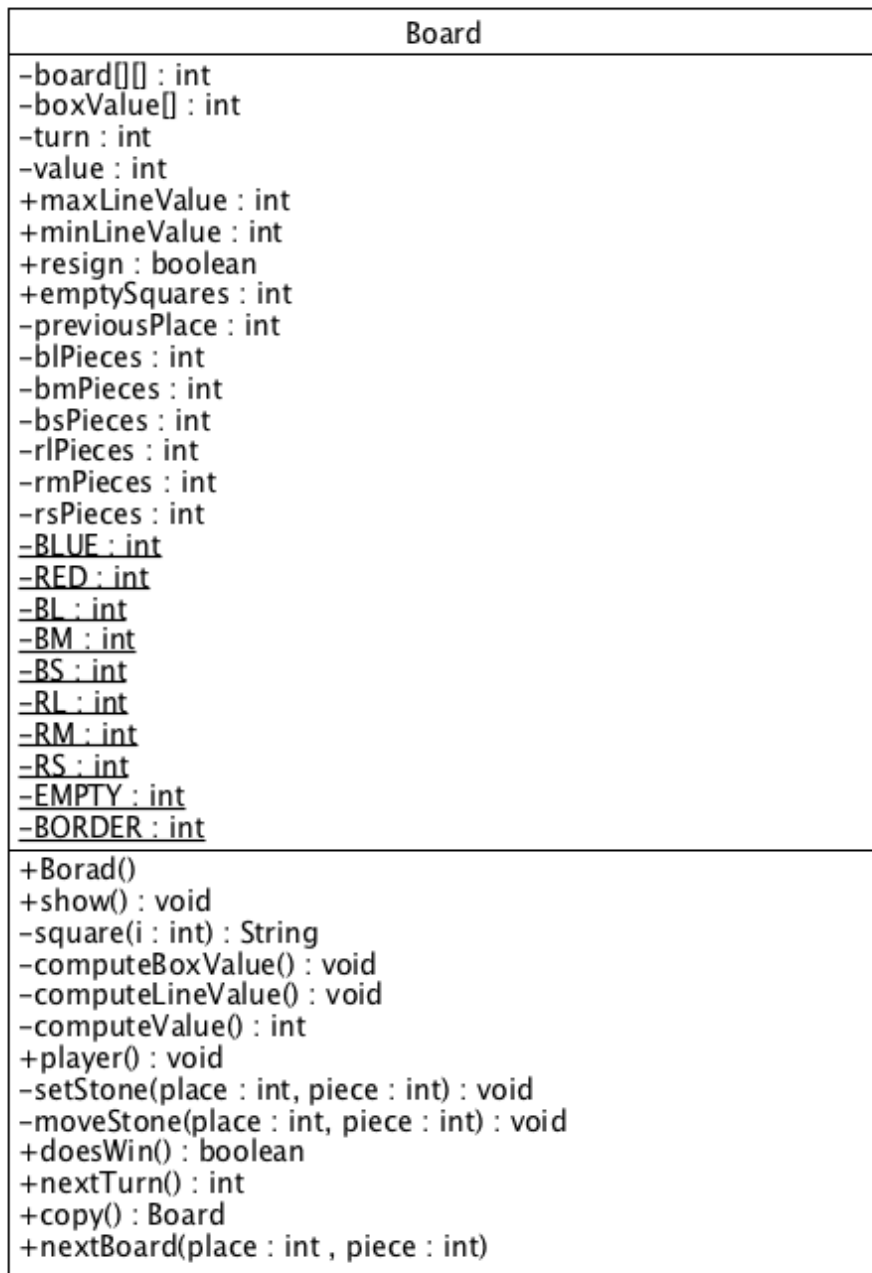


図 7 Board クラスのクラス図

4 実行結果

本章では作成したアプリケーションの実行結果と作成したアプリケーションの考察を示す。

4.1 実行の様子

本節では、作成したアプリケーションの実行の様子を示す。

まずは、ゲームを開始した初期状態を図 8 に示す。

```
先手: O, o, .   後手: X, x, .  
先手{大駒:2, 中駒:2, 小駒:2}  
後手{大駒:2, 中駒:2, 小駒:2}  
  
| | | |  
| | | |  
| | | |  
  
先手番です  
打つ位置(1-9)を選んでください(0=投了):
```

図 8 ゲームの初期状態

画面にはプレイヤーが持っている駒の種類とその数が表示される。手番のプレイヤーは文字の入力によって操作していく。盤上に置かれた先手の駒は (O/o/.) で、後手の駒は (X/x/.) で表記される。プレイヤーは打つ位置と打つ駒の種類を入力すると図 9 のような状態になる。

```
先手: O, o, .   後手: X, x, .  
先手{大駒:1, 中駒:2, 小駒:2}  
後手{大駒:2, 中駒:2, 小駒:2}  
  
| | | |  
| | | |  
|O| | |  
  
後手番です  
打つ位置(1-9)を選んでください(0=投了):
```

図 9 先手一手目の駒を打った状態

そして、駒の移動が行えるようになる二手目以降は、駒を移動させるかどうかの選択を行う。移動させる場合は「Y」、移動させず手持ちの駒を置く場合は「N」を入力する。移動させる場合はその後、移動させる駒が置かれている位置と移動させるマスの位置を入力する。実際に駒を 2 番のマスから 9 番のマスに移動させた様子を図 10 に示す。

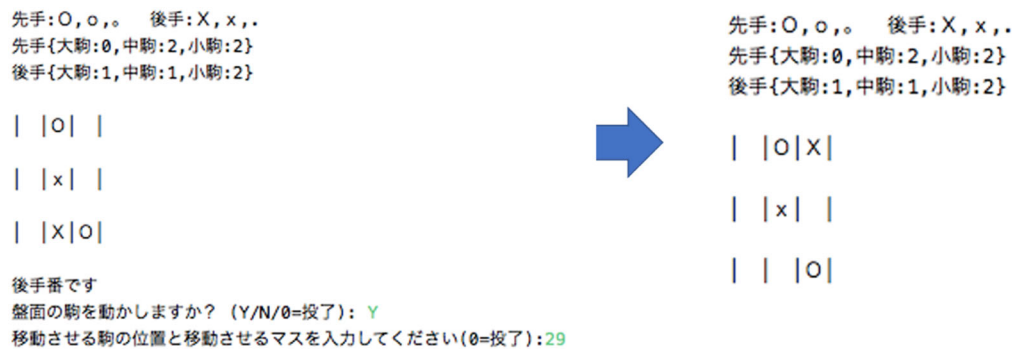


図 10 駒を移動させる様子

4.2 考察

本節では、作成したアプリケーションの考察を述べる。既存のアプリケーションでは、他の駒を使い切ってしまうと大きさの比較できず、どの大きさの駒を持っているか分かり辛かった。本アプリケーションは、お互いの手持ちの駒の数を表示することで、ゲームの状況が分かりやすくした。そして、駒の種類の入力ミスが起きにくいように自分が打てる駒を常に表示するようにしコピー&ペーストで入力できるようにした。以上二つの、ゲームの進行をスムーズに行うことに注力した。しかし、時間が足らず先手後手の差が小さくなるようなルールを追加することができなかった。

5 結論と今後の課題

本研究ではゴブレットゴブラーズで対人戦を行えるアプリケーションを作成した。操作性やゲームの状況が分かりやすくなるようにした。

今後の課題としては、盤面の描画やマウス操作への対応、また対 CPU 戦を行える AI を開発することである。マウス操作への対応において、駒をドラッグ・ドロップによって操作し、マスに置くことができるよう考えている。先手必勝である連珠は、ある一定の条件で先手後手が入れ替わる。そこで本ゲームにも同様のルールを追加するほか、一部の駒の制限を設けるというルールを追加することで、先手必勝であることの対策を考えている。他にも一定手数巻き戻せる「待った」機能や、駒の下にある駒を確認できる機能などの追加も考えている。AI 開発において、AI は局面を先読みし先手ならば局面の評価値がより低い局面に、後手ならば局面がより高い局面になるよう着手していくものにする。局面の評価値は、先手後手のリーチの数によって決定する。そして、CPU の強さを何手先の局面を読むかでレベル分けし、それぞれのレベルでゲームを行えるよう考えている。

6 謝辞

本研究を作成するにあたり，指導教員の石水隆講師には大変お世話になりました．ここに感謝の意を表します．

参考文献

- [1] 佐藤正隆:ゴブレットゴブラーズの解析, 東邦大学理 学部情報科学科 卒業研究 (2019).
- [2] Janos Wagner and Istvan Virag : Solving renju, ICGA Journal, Vol.24, No.1, pp.30-35 (2001).
- [3] Joel Feinstein,Amenor Wins World 6x6 Championships!,Forty billion noted under the tree(July 1993),pp.6-8,British Othello Federation's newsletter.,(1993)
- [4] 清慎一,川嶋俊:探索プログラムによる四路盤囲碁の解,情報処理学会研究報告,GI 2000(98), pp.69-76 (2000) <http://id.nii.ac.jp/1001/00058633/>
- [5] Eric C.D. van der Welf,H.Jaap van den Herik,and Jos W.H.M.Uiterwijk,Solving Go on Small Boards:ICGAJournal,Vol.26,No.2,pp.92-107(2003).
- [6] Janos Wagner and Istvan Virag : Solving renju, ICGA Journal, Vol.24, No.1, pp.30-35 (2001) http://www.sze.hu/~gtakacs/download/wagnervirag_2001.pdf
- [7] Jonathan Schaeffer, Neil Burch, Yngvi Bjorsson, Akihiro Kishimoto, Martin Muller, Robert Lake, Paul Lu, and Steve Suphen : Checkers is solved, Science Vol.317, No,5844, pp.1518-1522 (2007) <http://www.sciencemag.org/content/317/5844/1518.full.pdf>
- [8] 田中哲郎:「どうぶつしょうぎ」の完全解析, 情報処理学会研究報告 Vol.2009-GI-22 No.3, pp.1-8 (2009)<http://id.nii.ac.jp/1001/00062415/>
- [9] 塩田好:「アンパンマンはじめてしょうぎ」の完全解析, 情報処理学会関西支部 支部大会講演論文集 (2013). <http://id.nii.ac.jp/1001/00096792/>
- [10] すごろくや : ゴブレットゴブラーズ, Google Play, 2021 年 12 月 19 日, https://play.google.com/store/apps/details?id=com.sugorokuya.gobblet_gobblers_app
- [11] Masakazu Sakata : ねこハコ ~進化版まるばつゲーム~ オンライン&オフラインプレイ可能!, Google Play, 2021 年 1 月 27 日, <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.masanoh.catandbox>
- [12] Tomoyasu Hidaka, MARUBA / まるばつゲーム進化版 オンライン, Apple Store, 2022 年 1 月 15 日, <https://apps.apple.com/jp/app/maruba-まるばつゲーム進化版-オンライン/id1472998169>
- [13] JELLY JELLY CAFE : [ゲーム紹介]ゴブレット, 2016 年 12 月 8 日, <https://jellyjellycafe.com/games/gobblet>

付録 ソースプログラム

以下に本研究で作成したプログラムのソースコードを示す。

```
lp sru#dyd1xwdV fdqghu#
#
2-#
#-メインクラス#
#-2#
#
sxedf#f@lvv#J dp h##
#      vdwf#Erdug#erdug#2#盤#
####vdwF#q#frp Ohyhó^#@#01,#04c#
#####2#コンピュータのレベル#
#####04##人間が打つ#
#####本研究では固定#
#####-2#
#
####sxedf#vdwF#yr#lp dlq#Vwubj#dujv^,##
#####2#hwF rp Ohyhó, #
#####erdug#@#q#hz #Erdug+, #
#####erduglvkrz +, #
#####z klm#wxh, ##
#####2#青番#
#####L#frp Ohyhó3 %@#01, #erdugls@ |hu, ##
      2#hwF#erduglfrp #frp Ohyhó3 ', #
#
#####erduglvkrz +, #
#####L#erduglgrhvZ lq+, #####2#ライン達成による○勝ち#
#####      #      L#erduglp lqOqYdóh#@#06, ##
      V |vwhp lrxwlsuqvwq#%先手の勝ちです%, #
#####      #      hoh#V |vwhp lrxwlsuqvwq#%後手の勝ちです%, #
#####euhdn#
#####C#hoh#L#erduglvhvjq, ##2#投了による±勝ち#
#####V |vwhp lrxwlsuqvwq#%後手の勝ちです%, #
#####euhdn#
#####C#hoh#L#erduglhp sw|Vtxduhv#@#03, ##
#####V |vwhp lrxwlsuqvwq#%引き分けです%, #
#####euhdn#
#####C#
#####erduglqh{wxuq+, #
#####2#赤番#
#####L#frp Ohyhó4 %@#01, #erdugls@ |hu, ##
      2#hwF#erduglfrp #frp Ohyhó4 ', #
#####erduglvkrz +, #
#####L#erduglgrhvZ lq+, #####2#ライン達成による±勝ち#
#####      #      L#erduglp d{OqYdóh#@#05, ##
```

```

V |vwhp 1rxwlsulqwr#後手の勝ちです%,#
##### #          hovh#7 |vwhp 1rxwlsulqwr+先手の勝ちです%,#
#####euhdn#
#####chovh#h#erdug1hvjg,##2#投了によるo勝ち#
#####V |vwhp 1rxwlsulqwr#先手の勝ちです%,#
#####euhdn#
#####chovh#h#erdug1hp sw|Vtxduhv#@#@#,#####
#####2#引き分けになるのは<手目なので、この判定がwxhになることは無い#
#####V |vwhp 1rxwlsulqwr#引き分けです%,#
#####euhdn#
#####c#
#####erdug1qh{wXuq+,#
#####c#
#####c#
#####c#
#####2-#
#####FRPのレベルを決定する#
#####-2#
#####sxedf#vdf#r#j#vhw rp Ohyh#,##
#####V fdqqhu#h|ErdugVfdqghu#@#hz #7 fdqqhuV |vwhp 1q, #
#####V |vwhp 1rxwlsulqwr#青はFRPが持ちますか?#\Q,##,#
#####V wujj#qsw#wujj#@#h|ErdugVfdqghu1qh{w, #
#####1#qsw#wujj 1htxdv#%|%,##qsw#wujj 1htxdv#%|%,##
#####z k1h#wxh,##2#適切な値が選択されるまでループ#
#####V |vwhp 1rxwlsulqwr#FRPのレベルは?#\3~<,##,#
#####qsw#wujj#@#h|ErdugVfdqghu1qh{w, #
#####w|##
#####frp Ohyh3 #IqwhjhulsdwhIqwh#qsw#wujj, #
#####cfdwk#Qxp ehurp dwh{fhsurqh,##2#整数値以外が入力された場合#
#####V |vwhp 1rxwlsulqwr#3~<を入力してください%,#
#####frqwqxh#
#####c#
#####1#frp Ohyh3 #3#:#? frp Ohyh3 ` ,##
#####V |vwhp 1rxwlsulqwr#3~<を入力してください%,#
#####frqwqxh#
#####c#
#####euhdn#
#####c#
#####c#
#####V |vwhp 1rxwlsulqwr#赤はFRPが持ちますか?#\Q,##,#
#####qsw#wujj#@#h|ErdugVfdqghu1qh{w, #
#####1#qsw#wujj 1htxdv#%|%,##qsw#wujj 1htxdv#%|%,##
#####z k1h#wxh,##2#適切な値が選択されるまでループ#
#####V |vwhp 1rxwlsulqwr#FRPのレベルは?#\3~<,##,#
#####qsw#wujj#@#h|ErdugVfdqghu1qh{w, #
#####w|##
#####frp Ohyh4 #IqwhjhulsdwhIqwh#qsw#wujj, #

```



```

####2-#
#####-#盤面を表示する#
#####-#
####sxedf#rj#krz +,##
##### #      V |vwhp lrxwlsuqwj#%,#
##### #      V |vwhp lrxwlsuqwj#%先手=O/o / ##後手=X/x /%,#
##### #      V |vwhp lrxwlsuqwj#%先手-大駒=#. #S hfhv# ##
                                                    %中駒=#. #p S hfhv# ##
                                                    %小駒=#. #vS hfhv# #%,#
##### #      V |vwhp lrxwlsuqwj#%後手-大駒=#. #S hfhv# ##
                                                    %中駒=#. #p S hfhv# ##
                                                    %小駒=#. #vS hfhv# #%,#

#####V |vwhp lrxwlsuqwj#%,#
#####V |vwhp lrxwlsuqwj##
      +% | %#. #vtxduh#:, #.# | %#. ##vtxduh#; ,#.# | %#. #vtxduh#< ,#.# | %, #
#####V |vwhp lrxwlsuqwj#%,#
#####V |vwhp lrxwlsuqwj##
      +% | %#. #vtxduh#7, #.# | %#. ##vtxduh#8, #.# | %#. #vtxduh#9, #.# | %, #
#####V |vwhp lrxwlsuqwj#%,#
#####V |vwhp lrxwlsuqwj#
      #+% | %#. #vtxduh#4, #.# | %#. ##vtxduh#5, #.# | %#. #vtxduh#6, #.# | %, #
#####V |vwhp lrxwlsuqwj#%,#
#####C#
#
####2-#
#####-#盤の升目の文字列表現を返す#
#####-#
####sulydwh#vwbj#vtxduh#lqj,##
##### #      lqj#er{#@#erdug^1^3 \.erdug^1^4 \.erdug^1^5 \#
##### #      lqj#er{#@#5#, #hwkug#0% #####2先手の大駒が置かれている場合#
##### #      hoh#lqj#er{#@#4: , #hwkug#X% #####2後手の大駒が置かれている場合#
##### #      hoh#lqj#er{#@##, #hwkug#0% #####2先手の中駒が置かれている場合#
##### #      hoh#lqj#er{#@#B, #hwkug#x% #####2後手の中駒が置かれている場合#
##### #      hoh#lqj#er{#@#5, #hwkug#% #####2先手の小駒が置かれている場合#
##### #      hoh#lqj#er{#@#4, #hwkug#1% #####2後手の小駒が置かれている場合#
##### #      hoh#lqj#er{#@#B, #hwkug#% #####2空白マスの場合#
##### #      hoh#hwkug#B% #2#正常な動作をしていた場合ここに処理が移ることは無い#
#
#####C#
#
####2-#
#####-#コンストラクタ#
#####-#
#      sxedf#Erdug+,##
#      #      erdug#@#jhz #qj^14 ^6 \#####2盤面の生成#
#      #      er{Ydox#@#jhz #qj^13 \#####2マスの勝敗判定値を格納#
#      #      er{Ydox^3 ##@133 \#####2盤外#

```

```

# # erdug^3^3 #ERUGHU #####2盤外#
# # wuq#EOXH #####2手番の初期化#
# # iru#lq#@4 #?@<#. . ],#erdug^1^3 #HP SW\ #2#升目を空白に#
# # iru#lq#@4 #?@<#. . ],#erdug^1^4 #HP SW\ #2#升目を空白に#
# # iru#lq#@4 #?@<#. . ],#erdug^1^5 #HP SW\ #2#升目を空白に#
# # erdug^43^3 #ERUGHU #####2#erdug^43も盤外扱い#
# # p d{OqhYdoh# # #
# #####p lqOqhYdoh# # #
# #####uhvjq#doh#####2#初期状態では未投了#
# #####hp sw\Vtxdhv# # #####2#初期状態では空升は<#
# #####suhylxvs olfh# # #####2#初期状態では直前の手は無い#
#
#####eS hfhv# # #####2#
#####ep S hfhv# # #####2#
#####evS hfhv# # #####2#初期状態は5#
#####uS hfhv# # #####2#
#####tp S hfhv# # #####2#
#####wS hfhv# # #####2#
#
#
# 2-#
# #マスの評価値を計算する#
# #-2#
# suydwh#r#g#Erp sxwhEr{Ydoh+,# #
# # lq#er{ #
#
# iru#lq#@4 #?@<#. . ,# #
# # # er{#erdug^1^3 # #erdug^1^4 # #erdug^1^5 #
# # # l#er{#A@#EO,##er{Ydoh^1# #01 #####
# # # # hovh#l#er{#A@#JO,#er{Ydoh^1# # # #####
# # # # # hovh#l#er{#A@#EP,#er{Ydoh^1# #01 #####
# # # # # hovh#l#er{#A@#JP,#er{Ydoh^1# # # # #####
# # # # # hovh#l#er{#A@#EV,#er{Ydoh^1# #01 #####
# # # # # hovh#l#er{#A@#JV,#er{Ydoh^1# # # # #####
# # # # #
# # #
#
#
# 2-#
#####-#ライン評価値を計算する#

```

```

#####-縦横斜めの各ラインの勝敗判定値を求め、その最大値と最小値を計算する#
#####-# d{Oqhydoxhが6ならo勝ち、5ならoリーチ#
#####-# lqOqhydoxhがo6なら±勝ち、o5なら±リーチ#
#####-2#
####sulydwh#yr l#frp sxwhOqhydoxh+,##
######p d{Oqhydoxh#@#6 #
######p lqOqhydoxh#@#5 #
######l#lqhydoxh #
######djhYdoxh#@er{Ydoxh^4\'.er{Ydoxh^5\'.er{Ydoxh^6\ \###24/5/6番の列#
######l#djhYdoxh#@#p d{Oqhydoxh,#p d{Oqhydoxh#@#lqhydoxh #
######l#djhYdoxh#@#p lqOqhydoxh,#p lqOqhydoxh#@#lqhydoxh #
######djhYdoxh#@er{Ydoxh^7\'.er{Ydoxh^8\'.er{Ydoxh^9\ \###27/8/9番の列#
######l#djhYdoxh#@#p d{Oqhydoxh,#p d{Oqhydoxh#@#lqhydoxh #
######l#djhYdoxh#@#p lqOqhydoxh,#p lqOqhydoxh#@#lqhydoxh #
######djhYdoxh#@er{Ydoxh^:\'.er{Ydoxh^;\'.er{Ydoxh^<\ \###2:/<番の列#
######l#djhYdoxh#@#p d{Oqhydoxh,#p d{Oqhydoxh#@#lqhydoxh #
######l#djhYdoxh#@#p lqOqhydoxh,#p lqOqhydoxh#@#lqhydoxh #
######djhYdoxh#@er{Ydoxh^4\'.er{Ydoxh^7\'.er{Ydoxh^:\ \###24/7/:番の列#
######l#djhYdoxh#@#p d{Oqhydoxh,#p d{Oqhydoxh#@#lqhydoxh #
######l#djhYdoxh#@#p lqOqhydoxh,#p lqOqhydoxh#@#lqhydoxh #
######djhYdoxh#@er{Ydoxh^5\'.er{Ydoxh^8\'.er{Ydoxh^;\ \###25/8/9番の列#
######l#djhYdoxh#@#p d{Oqhydoxh,#p d{Oqhydoxh#@#lqhydoxh #
######l#djhYdoxh#@#p lqOqhydoxh,#p lqOqhydoxh#@#lqhydoxh #
######djhYdoxh#@er{Ydoxh^6\'.er{Ydoxh^9\'.er{Ydoxh^<\ \###26/9/<番の列#
######l#djhYdoxh#@#p d{Oqhydoxh,#p d{Oqhydoxh#@#lqhydoxh #
######l#djhYdoxh#@#p lqOqhydoxh,#p lqOqhydoxh#@#lqhydoxh #
######djhYdoxh#@er{Ydoxh^4\'.er{Ydoxh^8\'.er{Ydoxh^<\ \###24/8/<番の列#
######l#djhYdoxh#@#p d{Oqhydoxh,#p d{Oqhydoxh#@#lqhydoxh #
######l#djhYdoxh#@#p lqOqhydoxh,#p lqOqhydoxh#@#lqhydoxh #
######djhYdoxh#@er{Ydoxh^6\'.er{Ydoxh^8\'.er{Ydoxh^:\ \###26/8/:番の列#
######l#djhYdoxh#@#p d{Oqhydoxh,#p d{Oqhydoxh#@#lqhydoxh #
######l#djhYdoxh#@#p lqOqhydoxh,#p lqOqhydoxh#@#lqhydoxh #
#####c#
#
#      2-#
#####-局面の勝敗判定値を計算する#
#####-先読みは行わず、現在の盤面のみで評価値を決定する#
#####-この部分を変更することによりFRPの戦略が変わる#
#####-# lhwkuq#lq#盤面の評価値#
#####-2#
####sulydwh#lq#frp sxwhYdoxh+,##
##### #      frp sxwhEr{Ydoxh+,>#
######frp sxwhOqhydoxh+,#
######l#p d{Oqhydoxh#@#@#6,#####2#が6つ並んでいる場合#
######ydoxh#@#lqwjhu1P D [bYDOXH#####2#勝ち#
######hcvh#lqOqhydoxh#@#@#6,#####2#が6つ並んでいる場合#
######ydoxh#@#lqwjhu1P IQ bYDOXH#####2#勝ち#

```

```

#####hovh#p d{Oqhydox#@#5,#) #wxu#@#EOXH,##2#リーチかつ○番の場合#
#####ydox#@#qwhjhu1P D [bYDOXH>#####2#次の手で○勝ち#
#####hovh#p lqOqhydox#@#5,#) #wxu#@#JHG,##2#リーチかつ±番の場合#
#####ydox#@#qwhjhu1P lq bYDOXH>#####2#次の手で±勝ち#
#
#####hovh#p sw|Vtxduhv#@#3,#####2#勝敗が決しないまま升が全て埋まったとき#
#####ydox#@#3>#####2#引き分け#
2#####hovh##
2#####ydox#@#3 #
2#####iru#lq#@4>#?@<#.1,##2#各升に付加した評価値を合計する#
2#####ydox#@#rdug^1#^#TXDUHYDOXH^1#
2#####l#p d{Oqhydox#@#5,#ydox#@#5>##2#リーチなら評価値を上げる#
2#####l#p lqOqhydox#@#5,#ydox#@#5>##2#リーチなら評価値を下げる#
2#####c#
#####l#wxu#ydox#
####c#
#
###2-#
#####-#人間が一手打つ#
#####-2#
####sxedf#yr#l#d|h#,##
#####l#s@fh#@#3>##2#打つ位置#
#####l#s@fh#@#3>##2#打つ駒#
#####l#s@fh5#@#3>##2#動かす駒の位置#
#####Vwubj#qsw#@#q%#
#####Vwubj#qsw#wubj5#@#%#
#####Vfdqghu#h|ErdugVfdqghu#@#hz#7fdqghuV|vwhp lq,#
#####l#wxu#@#EOXH,#7|vwhp lrxwsubq#@#%先手番です%,##
hovh#7|vwhp lrxwsubq#@#%後手番です%,#
#
#####l#p sw|Vtxduhv#@#3,##
#####zkl#wxh,##
######V|vwhp lrxwsubq#
#####+@盤面の駒を動かしますか?+ \ 23@投了,#,#
#####l#qsw#@#h|ErdugVfdqghu{lq{w,#
#####l#qswlntxdv+3%,##
# #####l#qswlntxdv#@#%#qswlntxdv#@#%|%,###
2駒を移動させる場合#
V|vwhp lrxwsubq#@#%移動させる駒の位置移動させるマスを入力し
てください+3@投了,=#,#
l#w#p#x#e#h#@#qwhjhulsdwhlqwh|h|ErdugVfdqghu{lq{w,#
# #####s@fh5#@#p#x#e#h#@#3#
# #####s@fh#@#p#x#e#h#@#3#
# #####V|vwhp lrxwsubq#@#s@fh5.%%.s@fh,#
# #####
# #####hovh#l#qswlntxdv#@#q%#qswlntxdv#@#q%#,,##
2駒を移動させない場合#
# #####euhdn#

```

```

#####
#####hoh##
V|vwhp lrxwlsuqvwq+% またはQを入力してください%,# Q以外が
入力された場合#
##### frqwpxh#
#####
#####
#####s@fh5#3#?s@fh5#s@fh#3#?s@fh,### #
24ε<以外が入力された場合#
#####V|vwhp lrxwlsuqvwq+% ~<を入力してください%,#
##### frqwpxh#
#####c#
#####s@fh5#@#@#s@fh#@@3,##2#投了の場合#
#####uhvljq#@#vxh>#@#は投了#
#####euhdn#
#####c#
#####lwxuq#@#@#EOXH,##2#青の番#
#####lier{Ydoxh^s@fh5#@#@#,##2#空マスの場合#
##### V|vwhp lrxwlsuqvwq#
+%この位置に駒はありません%,#
##### frqwpxh#
#####c#
#####hoh#lier{Ydoxh^s@fh5#@#@4,##
##### V|vwhp lrxwlsuqvwq#
+%この位置の駒は動かせません%,##
2#相手の駒が置かれている場合#
##### frqwpxh#
#####c#
#####
#####lwxuq#@#@#JHG,##2#赤の番#
#####lier{Ydoxh^s@fh5#@#@#,##2#空マスの場合#
##### V|vwhp lrxwlsuqvwq#
+%この位置に駒はありません%,#
##### frqwpxh#
#####c#
#####hoh#lier{Ydoxh^s@fh5#@#@#,##
##### V|vwhp lrxwlsuqvwq#
+%この位置の駒は動かせません%,##
2#相手の駒が置かれている場合#
##### frqwpxh#
#####c#
#####
#####herdug^s@fh^3#@#A#@#herdug^s@fh^3',##
#####V|vwhp lrxwlsuqvwq##
+%その位置には置けません%.s@fh,##
2#選んだマスに駒を置くことができない場合#
##### frqwpxh#
#####c#
#####c#

```

```

#####hoh##
#####          uhvjg#@#uxh#23は投了#
#####          euhdn#
#####c#
#
#####euhdn*#
#####          c#
#####          p ryhVwrqh+s@fh5/s@fh,#
#####c#
#
#####i+$qsxw\htxdov#%\%,#) # $qsxw\htxdov#%|%,##
#          #####z k ln#@#uxh,#2#適切な位置が選択されるまでループ#
#          #####V |vwhp lrxwsubqv#@打つ位置+40<,を選んでください+3@投了,#,#
#          #####V wbjj #lqsxw wbjj#@#h|ErdugV fdqqu lqh {w,#
#          #####l lqwhjhulsdwhlqwh#lqsxw wbjj,#@#B,##
#          #          #####l wxuq#@#@#EOXH,##
#          #          V |vwhp lrxwsubqv# #          #          #          #
#          #          +打つ駒+O/o %,を選んでください#,#
#          #          #####hoh#V |vwhp lrxwsubqv#
#          #          +打つ駒+X/x 九を選んでください#,#
#          #          #####lqsxw wbjj 5#@#h|ErdugV fdqqu lqh {w,#
#
#          #####c#
#          #####w|##
#          #####s@fh#@#lqwhjhulsdwhlqwh#lqsxw wbjj,#
#          #####l+lqsxw wbjj 5\htxdov+%O%,#,#hfh#@#EO##
#          #          2先手の大駒が選ばれた場合#
#          #####l+lqsxw wbjj 5\htxdov+%X%,#,#hfh#@#JO###
#          #          2後手の大駒が選ばれた場合#
#          #####l+lqsxw wbjj 5\htxdov+%o %,#,#hfh#@#P ##
#          #          #2先手の中駒が置かれている場合#
#          #####l+lqsxw wbjj 5\htxdov+%x %,#,#hfh#@#JP ###
#          #          2後手の中駒が置かれている場合#
#          #####l+lqsxw wbjj 5\htxdov+% %,#,#hfh#@#V ###
#          #          2先手の小駒が置かれている場合#
#          #####l+lqsxw wbjj 5\htxdov+%B, #,#hfh#@#JV ###
#          #          2後手の小駒が置かれている場合#
#          #####c#fdvfk#Q xp ehu l rup dwi {fhs wrq#,###
#          #          2#整数値以外が入力された場合#
#          #####V |vwhp lrxwsubqv#@#4~<を入力してください%,#
#          #          #####frqwqxh#
#          #          #####c#
#          #          #####l#s@fh#3#?#s@fh,#2#E<以外が入力された場合#
#          #          #####V |vwhp lrxwsubqv#@#4~<を入力してください%,#
#          #          #####frqwqxh#
#          #          #####c#
#          #          #####l#s@fh#@#B,##2#投了の場合#

```

```

# #####uhvjq#@#xh>2#は投了#
# #####euhdn#
# #####C#
# #####li+erduj^sdfh^3^#5#A#@#hfh,###
#                 2選んだマスに駒を置くことができない場合#
# #####V|vwhp 1rxwlsuqbqj#%その位置には置けません%,###
# #####frqwbqpxh#
# #####C#
# #####li+uxuj#@#E OX H,##2青の番#
# ##### # li+$qswwbqj5 1htxdv+%O %,) #
#                                     $qswwbqj5 1htxdv+%O %,) #
#                                     $qswwbqj5 1htxdv+% %,##
# ##### # # 2使用できない駒の文字列が入力された場合#
# # ##### # V|vwhp 1rxwlsuqbqj#
#                                     +%O/o/% のいずれかを入力してください%,#
# # ##### # frqwbqpxh#
# ##### # C#
# # ##### # # # # li+$qswwbqj5 1htxdv+%O
# %,#) eS hfhv#@#@#,## # i+$qswwbqj5 1htxdv+%O %,#) #ep S hfhv#@#@#,##
# i+$qswwbqj5 1htxdv+% %,#) #evS hfhv#@#@#,,#
# ##### # # 2選んだ駒を持っていない場合#
# ##### # # # # # V|vwhp 1rxwlsuqbqj+%その駒
# を持っていません%,##
# ##### # # # # # C#
# #####C#
# #####li+uxuj#@#JHG,##2赤の場合#
# ##### # li+$qswwbqj5 1htxdv+%X %, #
#                                     ) ) $qswwbqj5 1htxdv+%x %, #
#                                     ) ) $qswwbqj5 1htxdv+%Z,##
# ##### # # 2使用できない駒の文字列が入力された場合#
# # ##### # V|vwhp 1rxwlsuqbqj#
#                                     +%X/x/1のいずれかを入力してください%,#
# # ##### # frqwbqpxh#
# ##### # C#
# # ##### # li+$qswwbqj5 1htxdv+%X %, #) # uS hfhv#@#@#, #
# i+$qswwbqj5 1htxdv+%x %,#) #p S hfhv#@#@#,##
# i+$qswwbqj5 1htxdv+%Z, #) #vS hfhv#@#@#,,#
# ##### # # 2選んだ駒を持っていない場合#
# ##### # # # # # V|vwhp 1rxwlsuqbqj+%その駒
# を持っていません%,##
# ##### # # # # # C#
# #####C#
# #####euhdn#
# #####C#
# #####vhwWrqh#sdfh/s.hfh, #
#####C#
# # V|vwhp 1rxwlsuqbqj+%000000000000000000000000%,#
#

```



```

#####C#
#
#####2-#
#####F R P が一手打つ#
#####-まず着手可能手のリストを作成し、その中から最も評価値の高いru低い手を選択する#
#####-C sducp #hyhc##F R P のレベル#
#####-Z#
#####yr lg#frp #lqw#frp Ohyhq##
#####2#
#####着手可能手のリストを作成する#
#####番兵として、リストの先頭には±で埋めた盤面を、末尾にはoで埋めた盤面を加える#
#####-Z#
#####Dud |Olw#ErdugA#qh{#ErdugOlw#h#hz #Dud |Olw,#
#####Erdug#qh{#Erdug#
#####2#
#####着手可能手を打った後の盤面を生成し、評価値で昇順になるようにリストに挿入する#
#####-Z#
#####iru#lqw#4 #P@<#. .l,#Z#各升に対して着手可能手の生成を行う#
#####l#erduq^1^3 #@#IP SW\# ) #erduq^1^3 #@#I#
##### P SW\# ) erduq^1^5 #@#IP SW\ ,#####Z#空升なら着手可能#
#####err#dq#lgghq#dovh#
#####qh{#Erdug#h{#Erdug#l ,#####Z#その升に打った後の盤面を生成#
#####l#wqh{#w dox#h{#Erdug#frp sxwhYdox+ ,##
#####2#評価値+先読み無し,を計算#
#####iru#lqw#3 #P#qh{#ErdugOlw#l}h+ ,#. .m###
#####2#評価値で昇順になるようにリストに挿入する#
#####l#qh{#w dox#h{#ErdugOlw#j hwm#ydox ,##
#####qh{#ErdugOlw#dgg#m#h{#Erdug ,#
#####dgghq#v#xh#
#####euhdn#
#####C#
#####C#
#####l#GHEXJ ,##Z#デバッグ情報+先読み無しの評価値,の表示#
#####iru#lqw#3 #P#qh{#ErdugOlw#l}h+ ,#. .l#
#####V |v#hp lrxw#subq#%着手=#. ##
#####qh{#ErdugOlw#j hwl ,lshylrxvS #lfh# .##評価値=#. ##
#####qh{#ErdugOlw#j hwl ,lydox ,#
#####C#
#####
#####2#F R P のレベルに応じて次の手を探索する#-Z#
#####l#w#4 /#5 #Z#乱数用#
#####vz #fk#frp Ohyhq##
#####fdvh#B ##Z#レベル3##完全ランダム#
#####u#l#g#qh{#l#w#qh{#ErdugOlw#l}h+ ,#

```

```

2#####qh{wErduq#@qh{wErduqOlwjlhw#u,#
2#####euhdn#
2#####fdvh# ##2#レベル4##一手勝ちがあればそれを打ち、無ければランダム#
2#####l#wxug#@#QRXJKW,##2#番の場合#
2#####qh{wErduq#@qh{wErduqOlwjlhwqh{wErduqOlwjl}h+,04,##
      #2#最も評価値の高い手を取り出す#
2#####l#qh{wErduqlydoxh#@#qwhjhuP D [bYDOXH,###
      2#必勝手発見#

2#####c#hoh###
2#####u#@#qglqh{wqwhqh{wErduqOlwjl}h+,,#
2#####u#@#qglqh{wqwhqh{wErduqOlwjl}h+,,#
2#####l#uAu5,#@u# #hoh#@u5##
      2#一応ランダムだが、評価値の高い手を選ばれる確率を高くする#
2#####qh{wErduq#@qh{wErduqOlwjlhw#u,#
2#####c#
2#####c#hoh# ##2#番の場合#
2#####qh{wErduq#@qh{wErduqOlwjlhw3,##
      2#最も評価値の低い手を取り出す#
2#####l#qh{wErduqlydoxh#@#qwhjhuP IQbYDOXH,###
      2#必勝手発見#

2#####c#hoh###
2#####u#@#qglqh{wqwhqh{wErduqOlwjl}h+,,#
2#####u#@#qglqh{wqwhqh{wErduqOlwjl}h+,,#
2#####l#u?u5,#@u# #hoh#@u5##
      2#一応ランダムだが、評価値の低い手を選ばれる確率を高くする#
2#####qh{wErduq#@qh{wErduqOlwjlhw#u,#
2#####c#
2#####c#
2#####euhdn#
2#
2#
2#####c#hoh# ##2#番の場合#
2#####qh{wErduq#@qh{wErduqOlwjlhw3,##
      2#最も評価値の高い手を取り出す#
2#####l#qh{wErduqlydoxh#@#qwhjhuP IQbYDOXH,###
      2#必勝手発見#
2#####c#hoh# #qh{wErduqlydoxh#@#qwhjhuP D [bYDOXH,###
      2#どの手を打っても負け確定#
2#####c#hoh###
2#####zklb#wxh,##
2#####l#qh{wErduqOlwjlhwqh{wErduqOlwjl}h+,04,lydoxh#@#
IqwhjhuP D [bYDOXH,##
2#####qh{wErduqOlwjlhp ryh+qh{wErduqOlwjl}h+,04,##      2#負け確定の手
は取り除く#
2#####c#hoh#euhdn#
2#####c#
2#####l#qh{wErduqOlwjl}h+,#@# ##

```

```

2#負け確定以外の手が4つしか無い場合#
2#####qh{wEr dug#qjh{wEr dugOlwjlhw3 ,#
2#####c#hcvh##
2#####iru#lqw#3 #? qh{wEr dugOlwlv}h+,#. .l##
2#####qh{wEr dug#qjh{wEr dugOlwjlhw1 ,#
2#####l#GHEXJ ,#2#デバッグ情報+先読み無しの評価値,の表示#
2#####V |vhp lrxwlsuq#%着手=#. #2#
2#####qh{wEr duglsuhylrxvS ofh#. #評価値=#. #jh{wEr duglydoxh ,#
2#####lqw#jh{w doxh#qjh{wEr duglfrp sxwYdox##
2#####+frp Ohyh@4 ,####
## # # # 2#指定した手数を先読みして評価値を求める#
2#####l#GHEXJ ,#2#デバッグ情報+先読み有りの評価値,の表示#
2#####V |vhp lrxwlsuq#%A#.#. #jh{wEr duglydoxh ,#
2#####iru#lqw#3 #? l#. .m#2#評価値順に並べ直す#
2#####l#qh{wEr dugOlwjlhw#lydoxh#A#jh{w doxh ,##
2#####qh{wEr dugOlwjlhp ryh#l ,#
2#####qh{wEr dugOlwldgg#m#jh{wEr dug ,#
2#####euhdn:#
2#####c#
2#####c#
2#####c#
2#####qh{wEr dug#qjh{wEr dugOlwjlhw3 ,##
2#####2#最も評価値の低い手を取り出す#
2#####iru#lqw#4 #? qh{wEr dugOlwlv}h+,#. .l##
2#####2#最も評価値と低い手と同じ評価値の手の個数を数える#
2#####l#qh{wEr dugOlwjlhw1,lydoxh#@##
2#####qh{wEr duglydoxh ,#. .ehvS ofh#hcvh#euhdn#
2#####u#lqglqh{wq#ehvS ofhv ,#
2#####qh{wEr dug#qjh{wEr dugOlwjlhwu ,##
2#####2#最も評価値の低い手からランダムに4手選択する#
2#####c#
2#####c#
2#####euhdn#
2#####c#
2#####c#
2#
2#####vhWvrqh#qh{wEr duglsuhylrxvS ofh ,#
2####c#
#
####2-#
#####-#指定した位置に手番側の駒を打った盤面を作成する#
#####-# sduip #qws ofh##駒を打つ位置#
#####-# sduip #qws lf#h##打つ駒の種類#
#####-2#
####sulydwh#r lq#zhWvrqh#lqw# ofh /lqw# lf#h ,##
##### # lqw#ydox3 /ydox4 #
##### # # ydox3#@#er dug^s ofh^3 #2#指定した位置に駒を置く#
##### # # ydox4#@#er dug^s ofh^4 #

```

```

##### # # erdug^s@fh^3 #hfh#
##### # # erdug^s@fh^4 #ydox3#
##### # # erdug^s@fh^5 #ydox4#
#####00p sw|Vtxduhv#####2#空白マスの数を減らす#
#####Lshfh#@#E0,#0eS hfhv#2#青側の駒の数を減らす#
#####Lshfh#@#J0,#0uS hfhv#2#赤側の駒の数を減らす#
#####Lshfh#@#EP,##0ep S hfhv#2#青側の駒の数を減らす#
#####Lshfh#@#JP,##0ap S hfhv#2#赤側の駒の数を減らす#
#####Lshfh#@#EV,##0evS hfhv#2#青側の駒の数を減らす#
#####Lshfh#@#JV,##0vS hfhv#2#赤側の駒の数を減らす#
#####suhylrxvS@fh#@#s@fh##2#打った位置を記憶#
#
#####C#
#
#####2-#
#####-#指定した位置に手番側の石を打った盤面を作成する#
#####-# sduip #qw#s@fh5##動かす駒の位置#
#####-# sduip #qw#s@fh##駒を打つ位置#
#####-#
#####suydwh#yrl#p ryhVwrqh+lq#s@fh5/#q#s@fh,##
##### # ller{Ydox^s@fh#@#B,###00p sw|Vtxduhv#####
#####2#空白マスに置く場合空白マスの数を減らす#
##### # lq#ydox3#@#erdug^s@fh5^3\#2#駒を移動させる#
##### # lq#ydox4#@#erdug^s@fh5^4\#
##### # lq#ydox5#@#erdug^s@fh5^5\#
##### # erdug^s@fh5^3#@#ydox4#
##### # erdug^s@fh5^4#@#ydox5#
##### # erdug^s@fh5^5#@#B#
##### # erdug^s@fh^3#@#ydox3#
##### # suhylrxvS@fh#@#s@fh##2#打った位置を記憶#
#####C#
#
#####2-#
#####-#勝利判定を行う#
#####-# uhwxuq#プレイヤーが勝ったか#
#####-#
#####sxedf#err@dq#grhvZ lq+,##
#####frp sxwhYdox+,#
#####l#p lq0lqhYdox#@#06,#hwxuq#wxh#2#先手が勝った場合#
#####l#p d{0lqhYdox#@#05,#hwxuq#wxh##2#後手が勝った場合#
#####hwxuq#doh#
#####C#
#
#####2-#
#####-#手番を変更する#
#####-# uhwxuq#q#手番#+04@青番/#@赤番,#
#####-#
#####sxedf#q#qh{wXxuq+,##

```

```

#####l#wxuj#@#E OX H ,#kxuj#@#JHG >##
#####hovh#wxuj#@#E OX H #
#####_hwxuj#wxuj#
#####c#
####2-#
#####-#盤面のコピーを作成する#
#####-#`_hwxuj#Erdug##盤面のコピー#
#####-#
#####sxedf#@rdug#Ers|+,##
#####Erdug#qhz Erdug#@#qhz #Erdug+,#
#####iru#lw#@4 #?@<#. .l,#qhz Erduglerdug^l#@#erdug^l#
#####qhz Erduglwuj#@#kxuj#
#####qhz Erduglydox#@#ydox#
#####qhz Erduglp d{OqhYdox#@#p d{OqhYdox#
#####qhz Erduglp hqOqhYdox#@#p hqOqhYdox#
#####qhz Erduglhvjq#@#hvjq#
#####qhz Erduglhp swVtxduhv#@#hp swVtxduhv#
#####qhz ErduglsuhylxvS@fh#@#suhylxvS@fh#
#####_hwxuj#qhz Erdug #
#####c#
#
####2-#
#####-#指定した位置に石を打った新たな盤面を作成する#
#####-#`sdulp #qwsdfh##石を打つ位置#
#####-#`_hwxuj#Erdug##新たな盤面#
#####-#
#####sxedf#@rdug#qh{wErdug#lw@sdfh/lw@shfh,##
#####Erdug#qh{wErdug#@#Ers|+,#
#####qh{wErduglvhwvrqh#sdfh/shfh,#
#####qh{wErduglqh{wvxuj+,#
#####_hwxuj#qh{wErdug #
#####c#
#
c

```