Craquelure

An abstract game for 2 players by Kashio Fujii

＃コンポーネント

- 円盤１枚（コンピューター上で遊ぶことを想定しています）。円盤の半径は 1 で、中心を (0, 0) とする座標を使います。

＃定義

領域　線で区切られた円盤の一部分のことです。中立・青・赤のいずれかの色を持ちます。

片　１回の分割でできる３つの部分のそれぞれのことです。片はそのまま新しい領域になります。

確定した領域　もうどう割っても、３つの片すべてを最小面積以上にできない領域のことです。誰にも割れないので、色はゲームの終わりまで変わりません。中立の領域が確定すると、その手番の終わりに相手の色になります（手番を参照）。図では細い斜線で示します。

目標の弧　円盤の外周を３つに分けた弧 A・B・C のことです。弧の境目は、外側の３つの領域それぞれの弧の真ん中にあります。

グリッド　使いません。分割点は円盤の中のどの点でも選べ、座標は実数です。

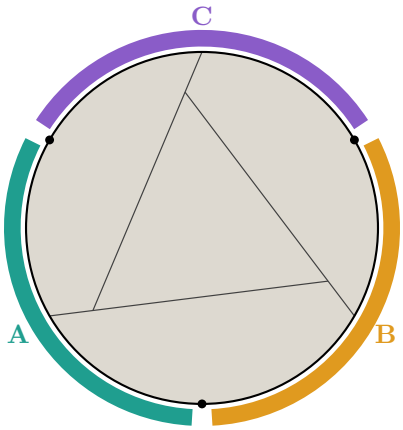
向きの刻み　ありません。線の向きは実数の角度（度）で選べます。

最小面積　円盤の面積の 0.5% です。面積は円盤全体に対する割合（%）で表します。

デモでは、開始の形（風車・３つの扇形）、グリッドの形（四角形・三角形・なし）と細かさ（円盤の直径をグリッドの何目にするか）、向きの分割数（360 の約数のうち３の倍数、または実数）と、3 分割・6 分割のときの開始の向き、最小面積（あり・なし、ありならその値）を設定で変えられます。上の値は標準の設定です。

＃準備

- 円盤を、３本の線で４つの中立の領域に分けた状態から始めます（**風車の形**）。３本の線は外周の 120° おきの点（上・左下・右下）から内側へ伸び、中央に正三角形を残して互いに突き当たります。
- 中央の三角形と外側の３つの領域は、どれも円盤の面積のちょうど４分の１です。外側の領域はそれぞれ２本の弧に接し、中央の三角形はどの弧にも接していません。
- 自分の色を選択します。青が先手番です。



＃終了条件

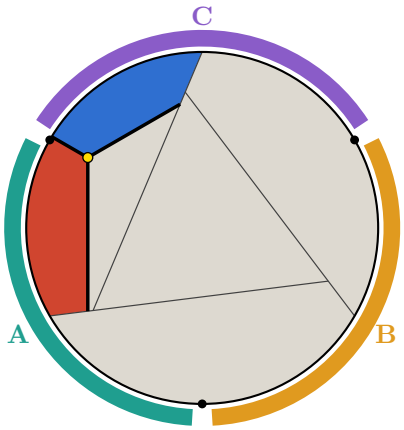
- 自分の色の領域を辺でつないで、３本の弧すべてに接したら勝利となります。
- どの手も相手に領域を渡すため、相手のつながりを完成させてしまうこともあります。その場合は相手の勝利です。両者が同時につながることはありません。

＃交代（パイルール）

- 青の最初の１手のあと、赤は一度だけ**交代**を選べます。交代すると、２人が持つ色を入れ替えます。盤面はそのままで、赤（最初の１手を指したプレイヤー）の手番になります。
- 交代しない場合は、赤はそのまま自分の手を指します。
- このルールのため、青は「強すぎて交代されてしまう」最初の１手を避け、交代されてもされなくても困らない手を探すことになります。

＃手番

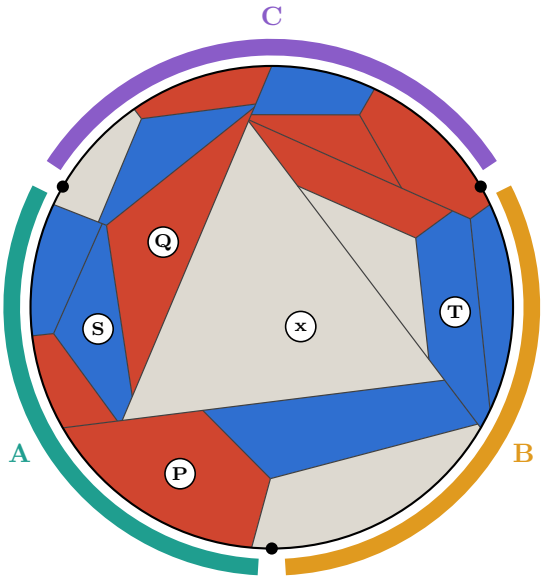
- 中立の領域か、相手の色の領域を１つ選びます。自分の色の領域は割れません。
- その内側の１点から、120° ずつ開いた３本の線を領域の端まで引き、３つの片に分けます。点は領域の内側のどこでもかまいません（線の上は不可）。グリッドや向きの刻みを使う設定では、点と向きをそれにそろえます。
  - 中立の領域を割った場合：１つを自分の色、１つを相手の色にし、残りの１つは中立のまま残します。
  - 相手の領域を割った場合：１つを自分の色にし、残りの２つは相手の色のまま残します。
- 線の端は、既存の線の端点にも、目標の弧の境目にも乗ってはいけません。
- ３つの片は、どれも最小面積以上でなければなりません。
- 手番の終わりに、確定した中立の領域は、その手を指したプレイヤーの相手の色になります。



中立の領域を割った例。黄色の点から 120° ずつ開いた 3 本の線で 3 つの片に分け、1 つを自分の色（青）、1 つを相手の色（赤）にして、残りの 1 つは中立のまま残しています。

＃進行例

次の局面は赤の手番です。この 1 手で赤が勝つことができます。どの領域を、どう割ればよいか考えてみてください。



赤の手番。x は中央の三角形（中立）です。

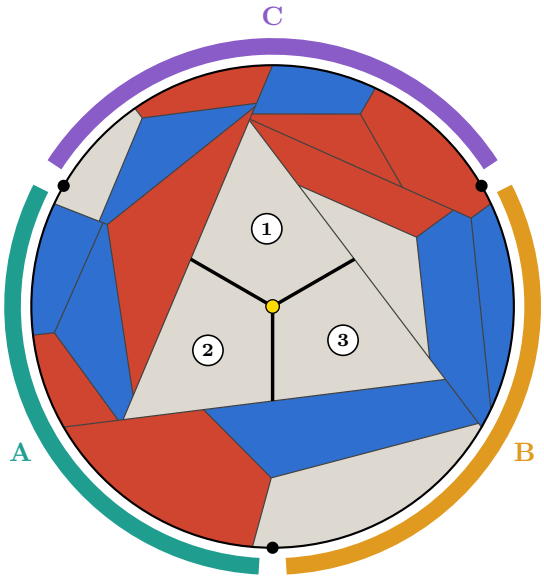
つながりを見る

赤には、弧 A に接するグループ（P を含む）と、弧 B と C に接するグループ（Q を含む）があります。この 2 つがつながれば、赤は 3 本の弧すべてに接して勝ちです。そして、どちらのグループも中央の三角形 x に接しています。

ところが、青も同じです。弧 A と C に接する青のグループ（S を含む）と、弧 B に接する青のグループ（T を含む）が、どちらも x に接しています。x は、両者のつながりがぶつかる場所です。

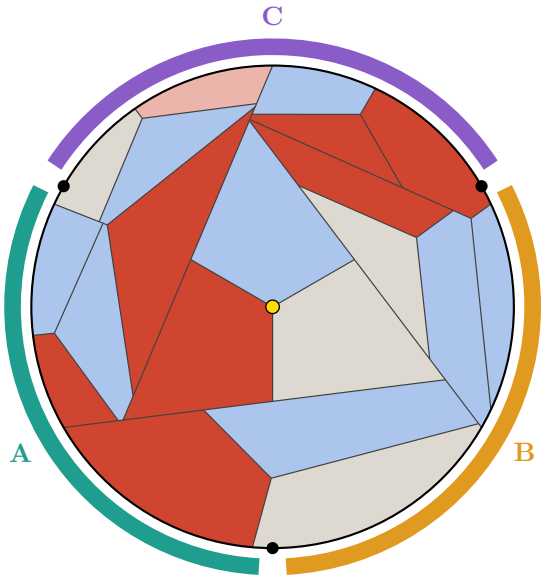
正解

正解は、x の中心 $(0,0)$ から 30°・150°・270° の向きに線を引いて、x を面積の等しい 3 つの片（どれも 8.33%）に分け、2 を赤、1 を青、3 を中立にする手です（棋譜では `0,0,30,BRN`）。



黄色の点から 3 本の線を引き、x を 1・2・3 に分けます（番号は棋譜の色の順）。

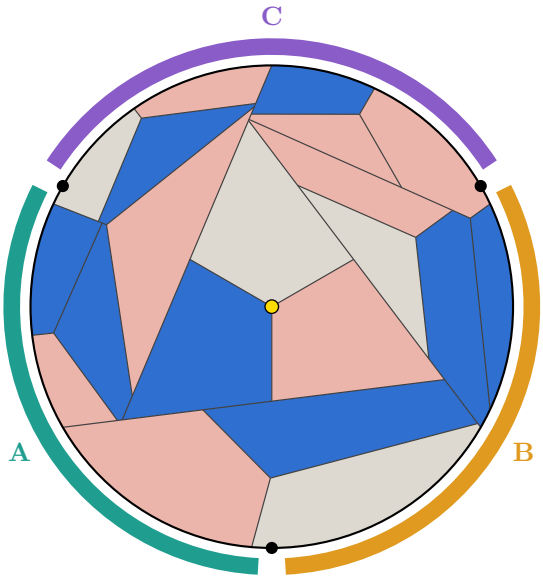
2 の片は、P・Q・S・T の 4 つのグループすべてに接しています。1 は Q にだけ、3 は T にだけ接しています。2 を赤にすれば P と Q がつながり、赤は A・B・C のすべてに接して勝利します。



赤の勝ち。濃い赤の領域が、3 本の弧をつないだ赤のグループです。

2 を赤にしないと負け

2 を青にすれば、2 が S と T をつなぎ、そのまま青のつながりが完成して青の勝ちです（棋譜では `0,0,30,NBR`）。



２を青にした場合（３を赤）。青の勝ちです。

２を中立のまま残すのも負けです。２は 8.33% あってまだ割れるので中立のまま残りますが、次は青の手番です。青が２を割って S と T の両方に接する片を取れば、青の勝ちになります。

中央の三角形は、両者のつながりが集まる要所です。そこを割るときは、自分の片で自分のグループどうしをつなぎ、相手に渡す片や中立に残す片が相手のつながりを助けないようにする。それがこの局面の勝ち方でした。

＃戦い方のヒント

片を確定させる　最小面積の３倍（1.5%）より小さい片は、もう誰にも割れません。自分の片を確定させれば、相手はそこを切り崩せません。強いプレイヤーは、ほとんどの手で自分の片を確定させます。

渡す片と残す片　どの手でも相手に１つ片を渡します。渡す片が相手のつながりを助けないように、また中立に残した片が確定して相手のものにならないように気をつけます。

中央の三角形　外側の３つの領域すべてに接する、ただ一つの領域です。弧には接していませんが、両者のつながりの多くがここを通ります。

輻（や）　弧に接し、しかも盤の中心となる場所（風車の形では中央の三角形）まで届く、確定した細い片のことです。誰にも切れない通り道になるので、とても強力です。最初の１手で輻を作ると、たいてい交代されます。

＃設計ノート：開始の形について

はじめ、このゲームは円盤を３本の半径で３つの扇形に分けた形から始めていました。

遊び込むうちに、中心のすぐそばを、半径とほぼ平行に切る手が見つかりました。この手は、中心から弧まで半径を丸ごと覆う、確定した細い片を作ります。３つの扇形すべてが接する中心と弧を、誰にも切れない形で結ぶこの片を「輻（や）」と呼ぶことにしました。

先手が最初の１手で輻を作ると、後手はほとんど受けられませんでした。交代を入れても、今度は先手が輻を作らなければ、後手が２手目で中心を切って勝てることが多く、先手と後手のどちらにとっても、勝負が序盤のごく狭い一手で決まってしまいました。これはゲームとしての欠陥でした。

そこで、３本の線をずらして中央に正三角形を残す、今の風車の形に改めました。線が１点に集まらないので、１つの片で中心と弧を一気に結ぶことができなくなりました。輻に近い形は今も作れますが、弧から中央の三角形に届くだけなので、勝ちを決めるには何手もかかり、相手に受ける時間が残ります。３つの扇形から始める形は、デモの設定で今も選べます。