

An Introduction to Random Turn Shogi

篠田 正人（奈良女子大学研究院自然科学系）

第 30 回ゲームプログラミングワークショップ

November 15, 2025

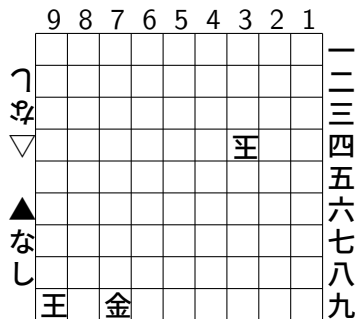
① 概要

② Bidding game と Random turn game

③ Random Turn Shogi

本研究の概要

Random Turn Shogi とは、次の着手をどちらのプレイヤーが行うかを一手ごとにコイン投げで決める将棋である．このゲームで王・玉・金の3駒だけを用いた局面での最善手（勝率を最大化する着手）を考察する．



本研究の位置づけ

組合せゲーム理論では、主に二人零和有限確定完全情報ゲームを扱う。
近年、どちらのプレイヤーが次の着手をする権利を得るかをオークションで決める **Bidding game** の研究が行われている。

Bidding game は、どちらのプレイヤーが次の着手をするかをコイン投げで決める **Random turn game** と密接な関係にある。

Larsson and Wästlund (2017) では、チェスの残り3駒での局面の **Random turn game** を考察している。

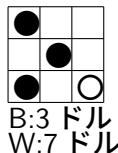
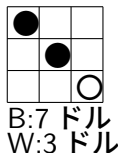
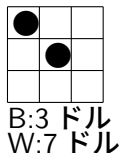
そこで本研究では将棋を研究対象とし、チェスと異なる将棋の特徴である

- 持駒が再利用できること
- 「金将」という、チェスにない動きをする駒を用いること

によって、面白い戦略が現れることを期待し、玉・王・金の3駒のみを用いた局面での最善手と勝率を調べた。

Bidding game (tic-tac-toe での例)

次の着手の権利を賭けた所持金額以内の入札（1ドル単位）により、多い額を入札したプレイヤーが次の着手を行い、自分の入札額を相手に払ってゲームを続ける（入札額が同額であれば抽選とする）。

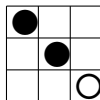
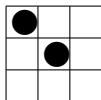


左図の局面でプレイヤーB（黒石側）が3ドル、プレイヤーW（白石側）が7ドル持っていてBが3ドル、Wが4ドルを入札すると、入札額の多いWの落札となってWは中図のように着手し、Bに4ドルを支払う。

次にBが4ドルを入札するとBが着手の権利を得ることができ、この着手後の所持金はBが3ドル、Wが7ドルとなる。

所持金の閾値

両者の所持金合計を 1 とし，入札は任意の非負実数値で行ってよいことにする．このとき，局面 P ごとに「B にこれ以上の所持金があれば必ず勝てる」という閾値 $\beta(P)$ が定まる．



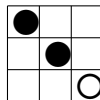
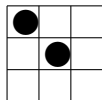
左の局面で，B は $\frac{15}{64}$ より多くの所持金があれば必ず勝てる．

右の局面で，B は $\frac{15}{32}$ より多くの所持金があれば必ず勝てる．

$$\beta(P) = \frac{1}{2} \left\{ \min_{B:P \rightarrow P'} \beta(P') + \max_{W:P \rightarrow P''} \beta(P'') \right\}.$$

Random turn game

次の着手を行うプレイヤーを，公平なコイン投げで決定するゲームを行う．このとき，局面 P ごとに「B が勝つ確率」 $w(P)$ が定まる．



左の局面では $w(P) = \frac{49}{64} = 1 - \frac{15}{64}$ ，右の局面では $w(P) = \frac{17}{32} = 1 - \frac{15}{32}$ ．

プレイヤー B はコイン投げで着手の権利を得ると，その後の B の勝率が最大となる局面 P_b に進める．同様にプレイヤー W がコイン投げで着手の権利を得ると，その後の B の勝率が最小となる局面 P_w に進める．従って，コイン投げの確率が半々であることから

$$w(P) = \frac{1}{2} \left\{ \max_{B:P \rightarrow P'} w(P') + \min_{W:P \rightarrow P''} w(P'') \right\} = 1 - \beta(P).$$

Random Turn Shogi の導入

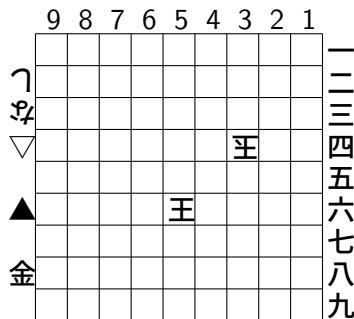
このランダム手番のルールを将棋に導入し、各局面でどちらのプレイヤーが着手をするかはそれぞれ $\frac{1}{2}$ の確率であるとする将棋を行い、Random Turn Shogi と名付ける。

各局面では公平なコイン投げ（確率が各手番で独立に $\frac{1}{2}$ であればどのような決め方をしてもよい）により、どちらがコイン投げに勝って着手を行うかをランダムに定める。

勝敗は通常の将棋の「詰み」ではなく、どちらが相手の玉を取るかで決まる。王手を掛けた側は次に相手の玉を取る着手を行わなければ勝ちとはならない一方、自分の玉に王手がかかってもこれを回避するには次の着手の権利を得なければならない。

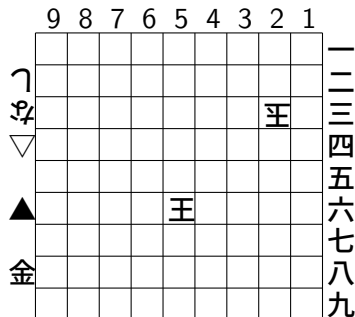
基本的な局面 (1)

本研究では玉・王・金の3駒のみを用いる局面だけを調べる.



B (▲側) が着手の権利を持てば▲ 4 五金と打ち, その後▲ 3 四金または△ 4 五同玉▲同王と進めばBが勝つ. W (△側) が着手の権利を持てば△ 4 五玉と指し, このときはどちらが直後の着手の権利を得るかで勝敗が決まる. 図でのBの勝率は $\frac{1}{2} \cdot \frac{3}{4} + \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} = \frac{5}{8}$ である.

基本的な局面 (2)



図でのBの最善手は▲3四金，Wの最善手は△3四玉であり，Bの勝率は $\frac{21}{32}$ である．

- Bは自玉に近い方向からいきなり金を打って王手をする．
- Wは自王を相手の玉に近づける．

基本的な勝率評価

Theorem 1

金がBの持駒である局面では、Bの勝率は $\frac{1}{2}$ 以上である。

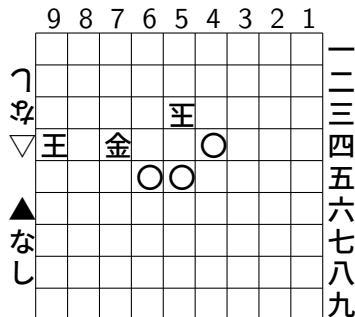
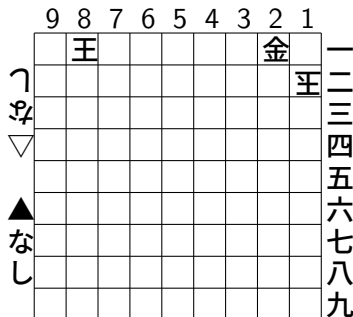
Bは着手の権利を得たとき、つねに自王と相手玉との距離を縮める着手を行うものとする。すると、いつかは王と玉が隣接し、勝率 $\frac{1}{2}$ 以上を達成できる。

Theorem 2

Bの勝率の最大値は $\frac{3}{4}$ ，最小値は $\frac{1}{4}$ である。

▲3三王△1一玉▲2二金の局面がBの勝率 $\frac{3}{4}$ を達成する例である。

盤上にある金の斜め後ろの弱点

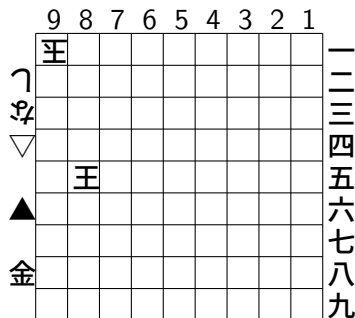
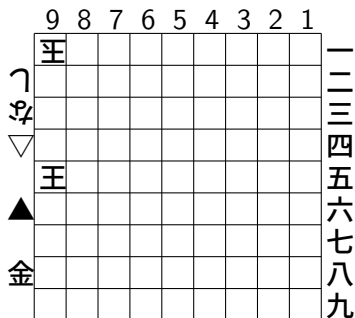


左図の局面でのBの勝率は0.49945である。

右図の局面からWが手番を得続けた場合、Wは△4四玉→△5五玉→△6五玉と○に沿って移動する。

このように盤上の金は弱点を狙われるため、持駒の金を打つときは王手にほぼ限定される。

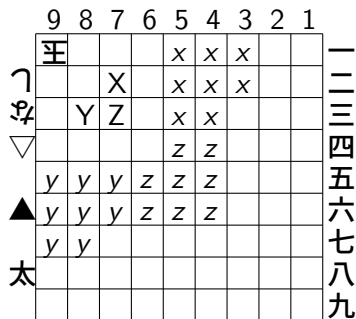
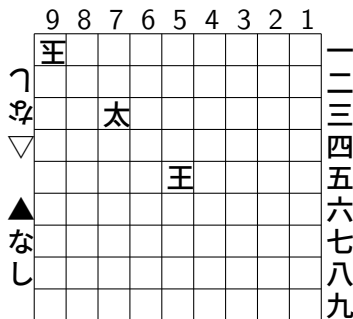
王手でない金を打つ例外的な局面



左図，右図でのBの最善手はどちらも▲8三金である．王手でない金打ちが最善手となる局面はこの2種に限られる．左図でこの着手でのBの勝率は0.67388であり，代わりに▲9二金あるいは▲8二金と直接王手をするときの勝率0.67188を上回っている．

この局面の存在がゲームを複雑にしている．

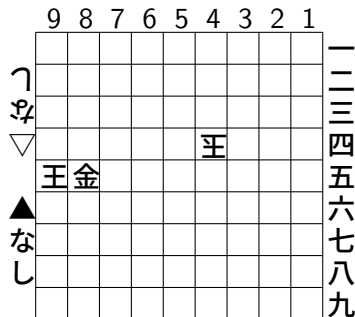
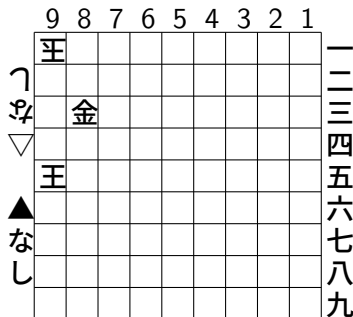
金と太子の違い



金の代わりに玉と同じ動きをする「太子」を用いた3駒でのゲームを考えると、盤上に王手でない太子打ちをすべき局面が多くある。
たとえば5五にBの王，9一にWの玉があって太子がBの持駒であるとき，▲7三太が最善手となる（左図）。

同様にWの玉が9一の地点にあるとき，右図で x, y, z となっている位置にBの王があるとそれぞれ X, Y, Z の位置に太子を打つのが最善手となる。

金を打った後の戦略



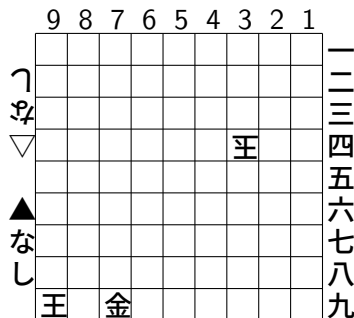
先ほどの金打ちの局面（左図）の後，着手の権利を

BWWWWWB B B B B B B B B B BWの順で得たとすると，

▲9四王△8一玉△7一玉△6二玉△5三玉△4四玉▲8四金▲8五金
 ▲9五王（右図）▲8六金▲9六王▲8七金▲9七王▲9八王▲8八金
 ▲9九王▲8九金▲7九金△3四玉（次のスライド図）

と進行する．Bは金だけを取られないように，王と一緒に下りてくる．

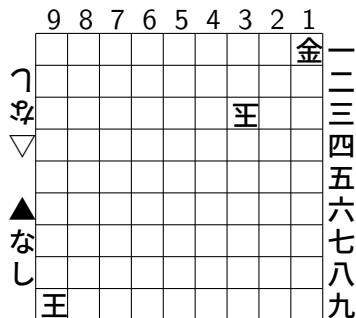
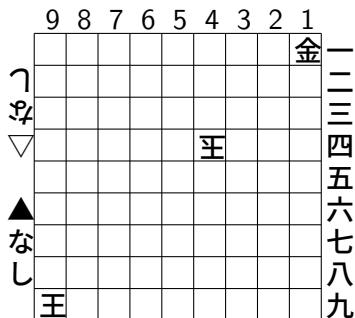
手数の上限が定まらない局面



この図でWが着手の権利を続けて得ると△2四玉△3四玉△2四玉△3四玉の往復を繰り返す．これに対しBが着手の権利を続けて得るとこちらも▲8九王▲9九王▲8九王▲9九王の往復を繰り返す．

▲8九王△2四玉型の組合せとなったところでBが着手の権利を得れば▲6九金から打開する．

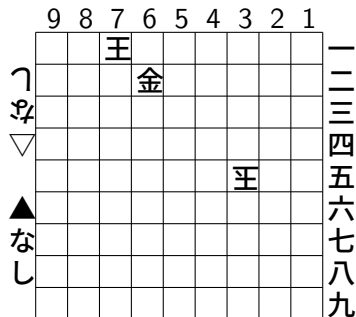
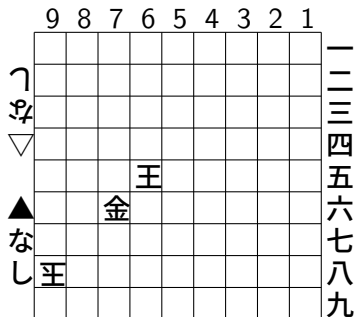
金を打たれている側の選択



左図ではBの最善手は▲1二金，Wの最善手は△5五玉であり，Bの勝率は0.51059である．Bの金でWの玉に王手を掛けようと近づくよりもWの玉がBの王に近づくほうが早いことを示唆している．

右図ではBの最善手は▲2一金，Wの最善手は△2二玉であり，Bの勝率は0.52085である．盤上の金を取りに行くほうがWにとって得策となる．

ツークツワンク



左図では、Bの最善の着手▲7五王を行うとBの勝率は0.58182、Wの最善の着手△9九玉を行うとBの勝率は0.58578となる。

Bは金に王の利きを付けた状態を保ちつつ金をWの玉に近づけたい（たとえば→▲6六王→▲7七金）が、一方でWは自玉をBの王に隣接させたいために▲7五王には△9七玉、▲6六王には△8八玉とBの動きを見てから自玉の動きを決めたい。右図も同様。

全部の駒を使う Random Turn Shogi



左図でBが着手の権利を得たとき，▲3三角成が最善手かどうかでゲームの性質が変わる（検証が必要）．

Bが3手続けて着手の権利を得て▲2六歩▲2五歩▲2四歩としても，この後権利が2手Wに続けば△3四歩△7七角成と勝率を逆転され，5手のうち3手を指しているにもかかわらず勝率が $\frac{1}{2}$ を下回ってしまう．

今後の課題と興味

- この研究の数学的な部分 ($\beta(P)$ の近似列 $\beta_n(P)$ の収束, \max と \min を含む連立方程式の求解, など) を厳密に扱う
- 各局面から終了までの手数の確率分布を調べる
- この Random Turn Shogi の, Bidding Game での解釈を行う
- 玉・王・銀など, 別の駒の組合せでの解析を行う
- 全部の駒を使う Random Turn Shogi の適切な戦略を調べる
- 囲碁・麻雀・石取りゲームなど, ランダム手番ゲームの広がりを考え, 楽しく遊べるものを探したい