**牌山解析プログラム 取り扱い説明書**

1. 概要

このプログラムは、オンライン麻雀の「配牌＋ツモ山」データを解析し、乱数性や偏りの有無を統計的に検証するツールです。  
以下の手順に従って入力データを用意し、実行するとレポートが出力されます。

2. 入力データ

* game\_records.csv ファイルを置くか、ファイルがなければ「ランダムモード」で動作します。

2.1 CSV モード

* CSV 必須列：
  + tile\_List
* tile\_List には、牌を連結した文字列（例："1m2m3m4p..."）を１局分ずつ記録します。
* ファイルが存在し、かつ１行目の tile\_List が空文字でない場合に CSV モードになります。

2.2 ランダムモード

* CSV ファイルが見つからない、または tile\_List が空文字の場合。
* その場合は 136 枚の標準牌山を生成してシャッフルし、指定回数だけ解析します。

3. 実行方法

1. 必要ライブラリをインストール

pip install pandas numpy scipy statsmodels tqdm

1. プログラムを配置したフォルダで以下を実行

python script.py

1. game\_records.csv があれば CSV モードで、なければランダムモードで自動判定します。

4. 解析手法

各プレイヤーの「配牌13枚＋ツモ18巡分」の牌取得シーケンスに対し、以下の検定・計算を行います。

4.1 ランズ検定（順序偏り）

* 入手牌の数値を中央値以上・未満で二値化し、連続する「ラン」の数を数えます。
* 実際のラン数を期待値と比較して Z 検定を行い、p\_runs を算出。
* 低い p 値（例：<0.05）なら「牌の並びに序列の偏りあり」と判断。

4.2 構成偏り検定（モンテカルロ＋カイ二乗）

* 34 種の牌ごとの出現数を集計し、ランダム抽出時の期待度数とカイ二乗検定を実施。
* さらに 1,000～10,000 回のモンテカルロシミュレーションで経験的 p 値（p\_empirical）を算出。
* 期待との差が大きいほど低い p\_empirical となり、構成偏りが強い。

4.3 奇数・偶数偏り（二項検定）

* ツモした数牌を 1～9 の数に変換し、奇数かどうかを判定。
* 期待比率 5/9 に対する二項検定で p\_value を算出。
* p < 0.05 で奇数・偶数の偏りが有意。

4.4 条件付きエントロピー

* 牌シーケンス中の隣接ペア出現確率から H(YX) を計算し、乱雑さをビット数で評価。
* 高いほど「並び順に予測しにくいランダム性が高い」。

4.5 マルコフ連鎖遷移検定

* 牌を「萬子・筒子・索子・字牌」の４状態に分類し、状態遷移行列を集計。
* カイ二乗独立性検定で p\_value を得て、前牌と次牌の依存性を評価。
* 低い p 値は「牌種遷移に偏りあり」。

4.6 効果量（クラメールの V）

* 構成偏り検定の χ²値から効果量 V を算出。
* 0～1 の指標で、値が大きいほど「偏りの強さ」が大きい。

5. 出力結果

5.1 レポート構造

* **第1層：全体サマリー（ダッシュボード）**  
  各対局ごとに、ランズ偏り数・遷移偏り数・構成偏り数を集計し、合計異常度とプロファイルを表示。
* **第2層：個別対局ディープダイブ**  
  合計異常度の高い上位３対局をケースファイル化し、各プレイヤーごとの検定 p 値、効果量、FDR 補正結果を一覧表示。

5.2 具体的な出力例

対局ID 順序偏り数 遷移偏り数 構成偏り数 合計異常度 プロファイル 1 2 1 0 3 B: 複合的な局所偏り 2 0 0 1 1 - … --- ケースファイル: 対局ID 1 --- 席 ランズ検定(p値) マルコフ(p値) 構成(p値) 効果量(V) ランズ(FDR) … 東家 0.012 \* 0.034 \* 0.120 0.045 \* … 南家 0.200 0.500 0.020 \* 0.150 \* …

6. 結果の見方

1. **第1層サマリー**
   * 順序偏り数：runs test で有意だったプレイヤー数
   * 遷移偏り数：Markov 検定で有意だったプレイヤー数
   * 構成偏り数：モンテカルロ検定で有意だったプレイヤー数
   * プロファイル：
   * A: ３つ以上の順序偏り→「序列崩壊」
   * B: いずれかのプレイヤーが複数検定で偏り→「複合的な局所偏り」
2. **第2層ケースファイル**
   * 各 p 値欄の末尾に \* があるものは p < α（通常 0.05）
   * 効果量(V)：構成偏りの強さを確認
   * (FDR) 列：多重比較補正後も有意なら \*
3. **総合判断**

* 対局全体で異常度が高ければ、乱数取り回しや配牌ロジックに何らかの偏りがある可能性
* 個別プレイヤーに偏りが集中すれば、その席や順番にバイアスがあるか調査

この説明書を基にデータとパラメータを調整し、結果の異常度や偏りを可視化することで、公平性検証やシステム監査に活用できます。