6/7　HW ：TSPのヒューリスティック案を考える

①遺伝的アルゴリズム

**データの読み込み** (read\_input)：CSVファイル読み込み、座標データ取得

**初期集団の生成** (generate\_initial\_population)：ランダムに初期集団生成

**適応度の評価** (evaluate\_population)：各個体の総移動距離を計算、適応度を評価

**選択** (selection)：適応度に基づいて親を選択

**交叉** (crossover)：選択された親を基に新しい個体を生成

**突然変異** (mutate)：個体にランダムな変異を導入します。

**距離行列の作成** (create\_distance\_matrix)：都市間距離を計算し、距離行列作成

**ソルバー** (solve\_tsp\_with\_ga)：遺伝的アルゴリズムを実行し、最適解を探索

**出力の書き込み** (write\_output)：最適解をCSVファイルに書き込みます。

**メイン関数** (main)：すべての入力を実行し、結果をファイルに出力

②焼きなまし法

### 1. 距離の計算関数：都市間の距離を計算する関数を定義。座標を受け取り、ユークリッド距離を計算

### 2. 初期解の生成：一般的にはランダムに初期解を生成します。初期解は都市の訪問順序のランダムな並びとして生成

### 3. 温度のスケジューリング：温度パラメータを用いて探索の進行を制御。初期温度から始め、探索が進むにつれて温度を徐々に下げていきます。温度が高いときは探索が乱雑に行われ、局所的な最適解からの脱出が可能になる。温度が低いときは、より良い解を探索するようになる。

### 4. 近傍解の探索：温度が高いとき近傍解を受け入れる確率が高くなる。近傍解は、現在の解を少し変更したもので2つのランダムな都市を選び、それらの順序を入れ替えることで近傍解を生成

### 5. 解の受け入れ：近傍解がよりコストが低ければ、その解を採用。近傍解がより悪い解であっても、一定の確率で受け入れる。確率は温度と解の差によって決定。温度が高いほど、より悪い解を受け入れる確率が高くなる。

### 6. 収束判定：温度が一定の閾値以下になるか、一定の反復回数を超えた場合に探索を終了

### 7. 最良解の選択：探索が終了した後、最良の解が最終的な解として選択。

Challenge 0

output : 3291.62

sample/random : 3862.20

sample/greedy : 3418.10

sample/sa : 3291.62

Challenge 1

output : 3832.29

sample/random : 6101.57

sample/greedy : 3832.29

sample/sa : 3778.72

Challenge 2

output : 4670.27

sample/random : 13479.25

sample/greedy : 5449.44

sample/sa : 4494.42

Challenge 3

output : 16075.86

sample/random : 47521.08

sample/greedy : 10519.16

sample/sa : 8150.91

Challenge 4

output : 36666.48

sample/random : 92719.14

sample/greedy : 12684.06

sample/sa : 10675.29

Challenge 5

output : 243407.75

sample/random : 347392.97

sample/greedy : 25331.84

sample/sa : 21119.55

Challenge 6

output : 1200567.41

sample/random : 1374393.14

sample/greedy : 49892.05

sample/sa : 44393.89