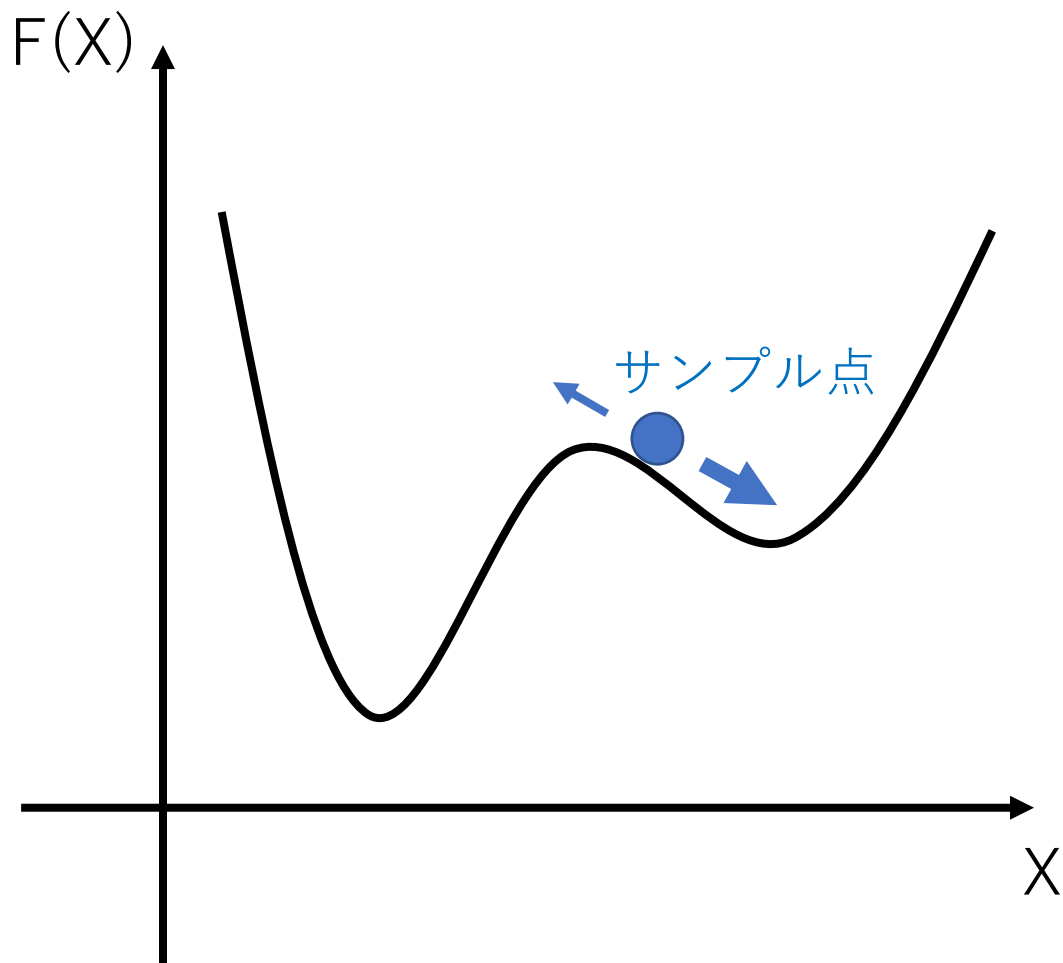
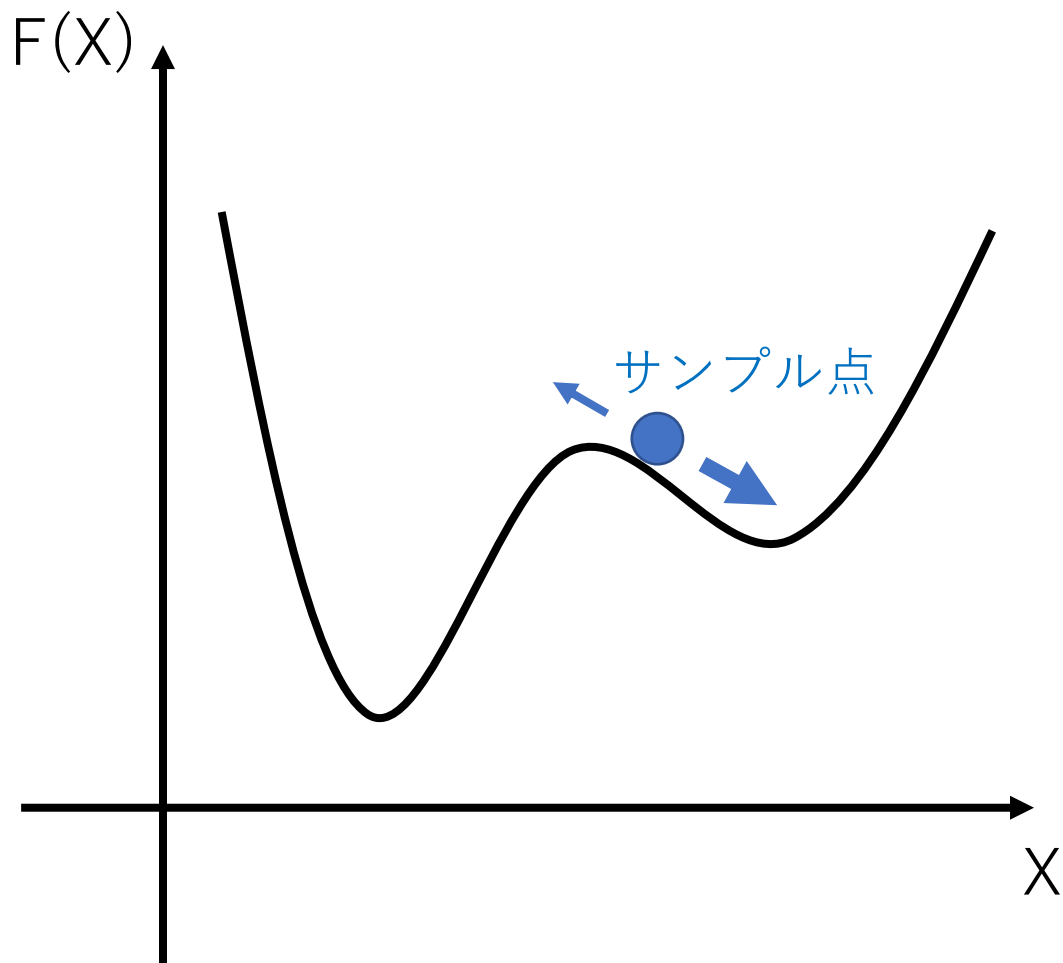


# 従来のモンテカルロ法



- 調べたい関数空間の上を、サンプル点がランダムに動き回る。あたかも「酔っ払いのふらつき」のように。
- 基本的には下に向かうが、一定の確率で上にも向かう。
- 十分に長い間サンプル点を動き回らせた後、軌跡を調べる。「酔っ払いの足跡」がたくさん集まっているところが、ミニマム。

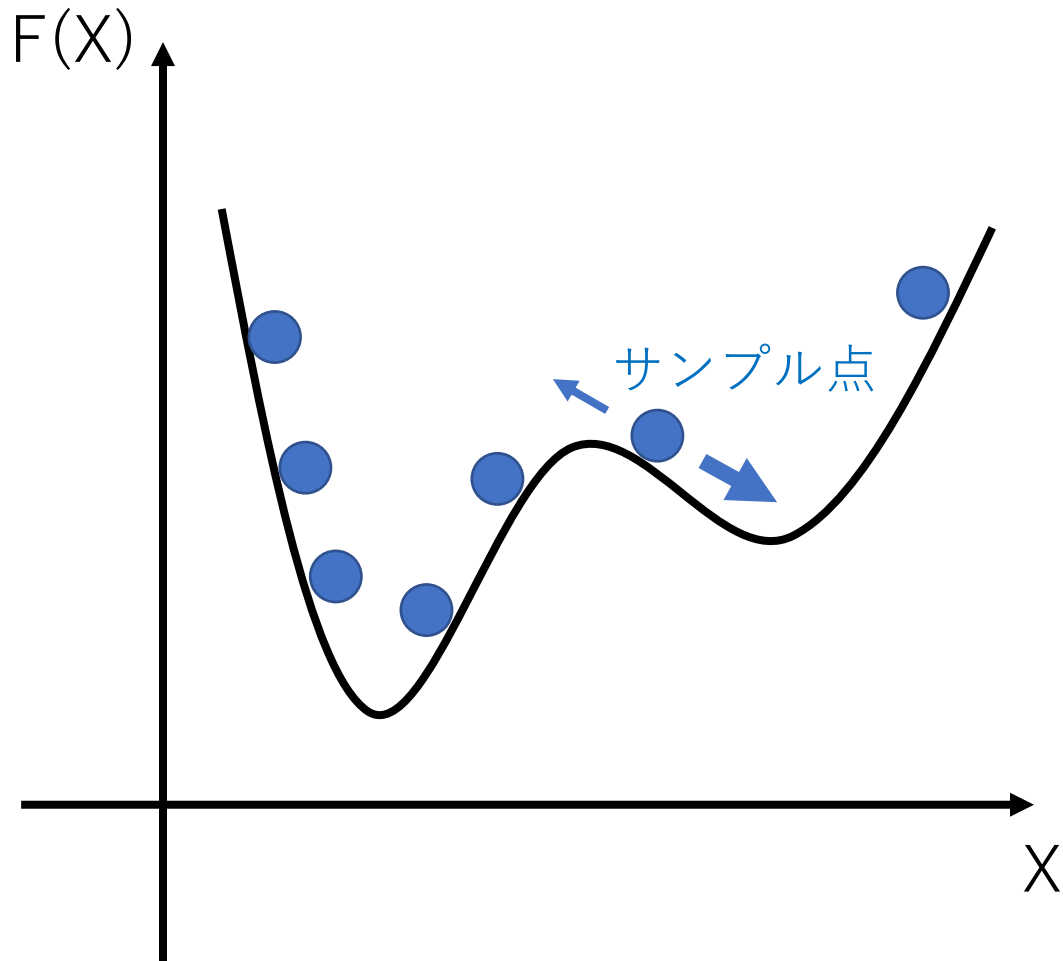
# 従来のモンテカルロ法



- 調べたい関数空間の上を、サンプル点がランダムに動き回る。あたかも「酔っ払いのふらつき」のように。
- 基本的には下に向かうが、一定の確率で上にも向かう。
- 十分に長い間サンプル点を動き回らせた後、軌跡を調べる。「酔っ払いの足跡」がたくさん集まっているところが、ミニマム。

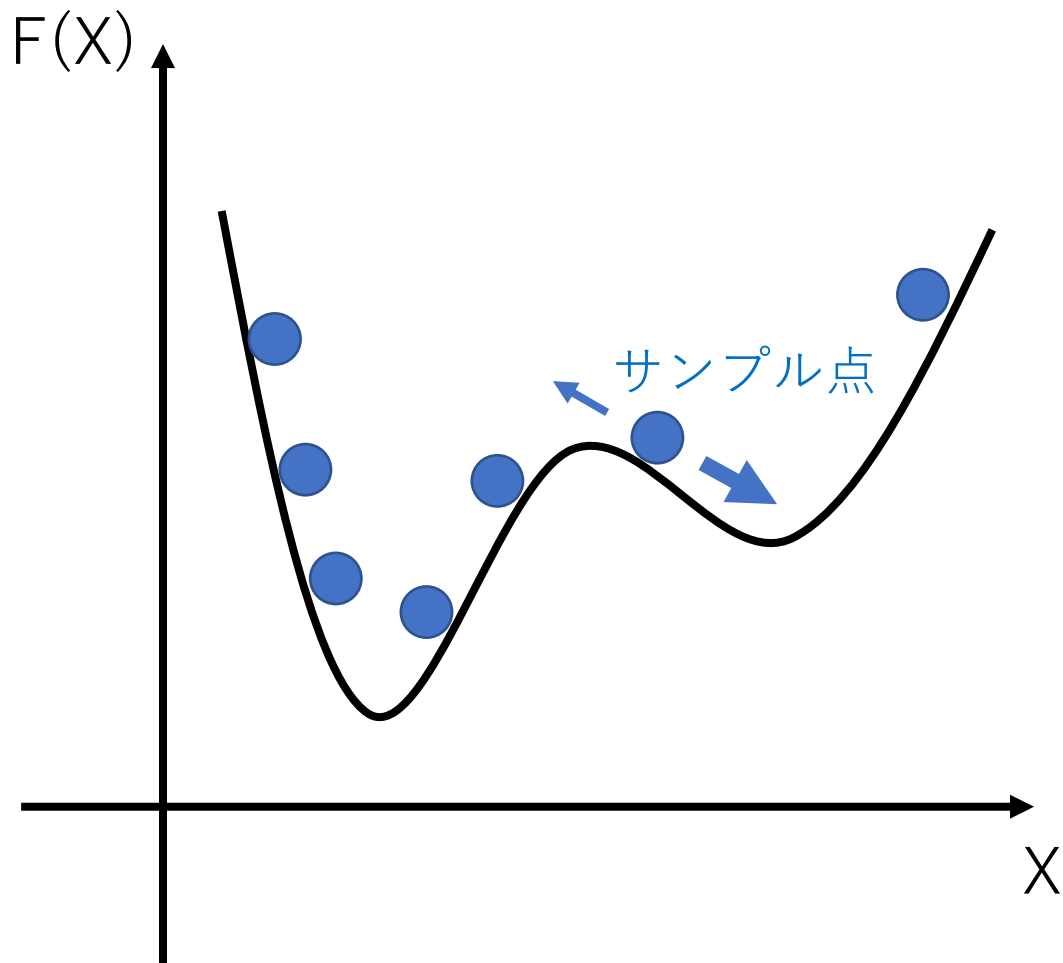
温度パラメータT：  
高いほど上に向かう

# ポピュレーション・ アニーリング



- サンプル点を膨大な数（数千から数万個）用意して、各々従来のモンテカルロ法に従って動き回らせる。
- 十分に長い間動き回らせた後、最終的にサンプル点が行きついた場所を調べる。
- 多くのサンプル点が行き着いている場所が、ミニマム。

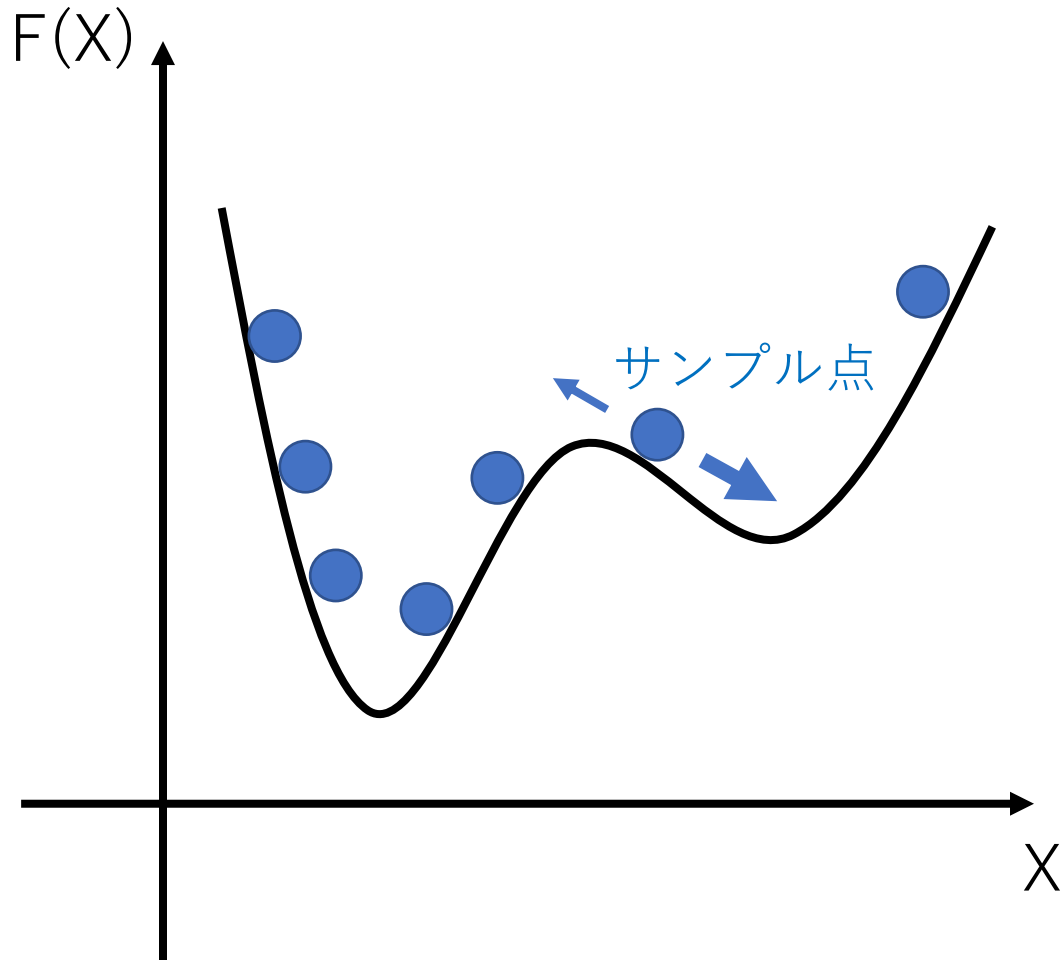
# ポピュレーション・ アニーリング



サンプル点を動かしながら…

- 温度パラメータを少しずつ下げる。  
(ex. 40回動いたら2度下げる。)
- ダメなサンプル点を消滅させて、その分よいサンプル点を増殖（複製）させる。  
(ex. 100回動くごとに1回のリサンプリング。)

# ポピュレーション・ アニーリング



サンプル点を動かしながら…

- 温度パラメータを少しずつ下げる。  
(ex. 40回動いたら2度下げる。)

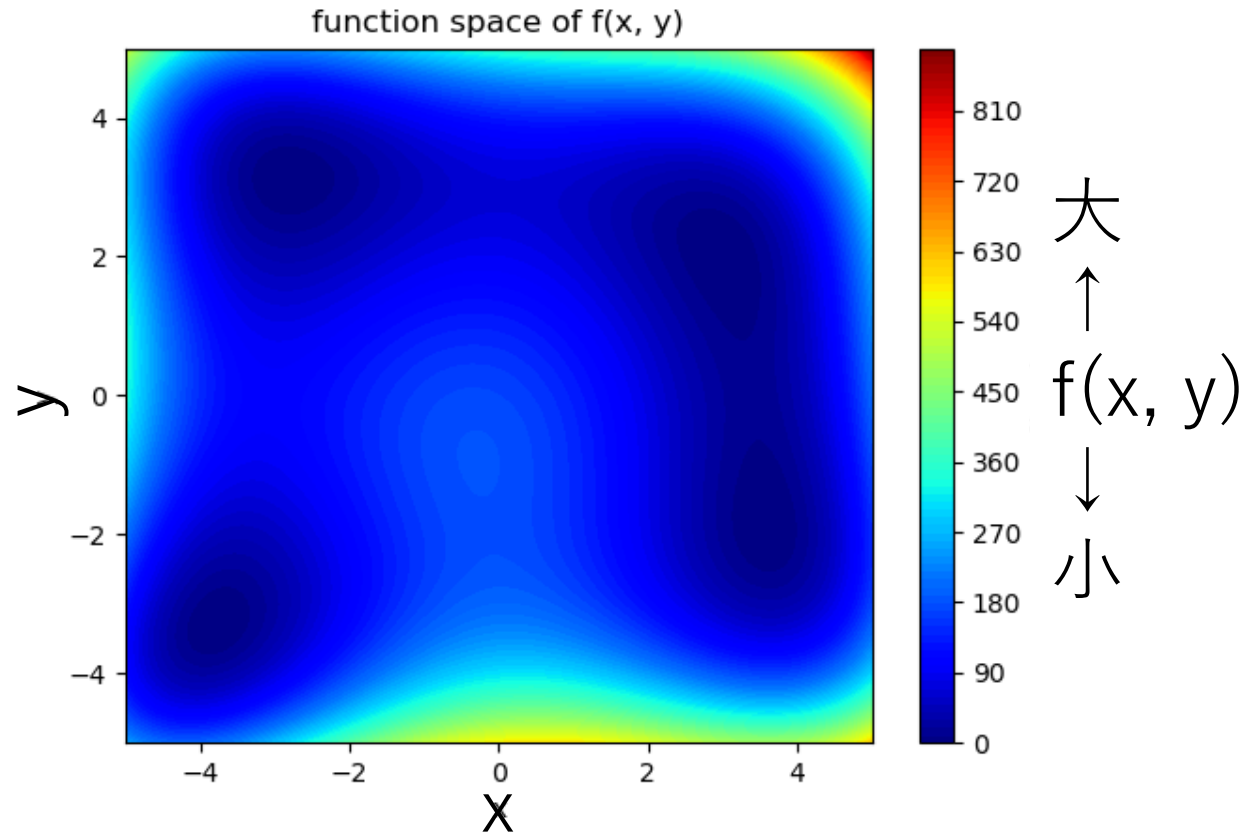
- ダメなサンプル点を消滅させて、その分よいサンプル点を増殖（複製）させる。

(ex. 100回動くごとに1回のリサンプリング。)

各サンプル点に「重み」 $W$ を設定して、動かすごとに更新する。

テスト系：

$$f(x,y) = (x^2 + y - 11)^2 + (x + y^2 - 7)^2$$



4か所のミニマムを持ち、それらの位置は解析的に分かっている  
→モンテカルロ法を試すのにふさわしい

原点付近に適当に取った初期条件から、4つのミニマムが求められるか？

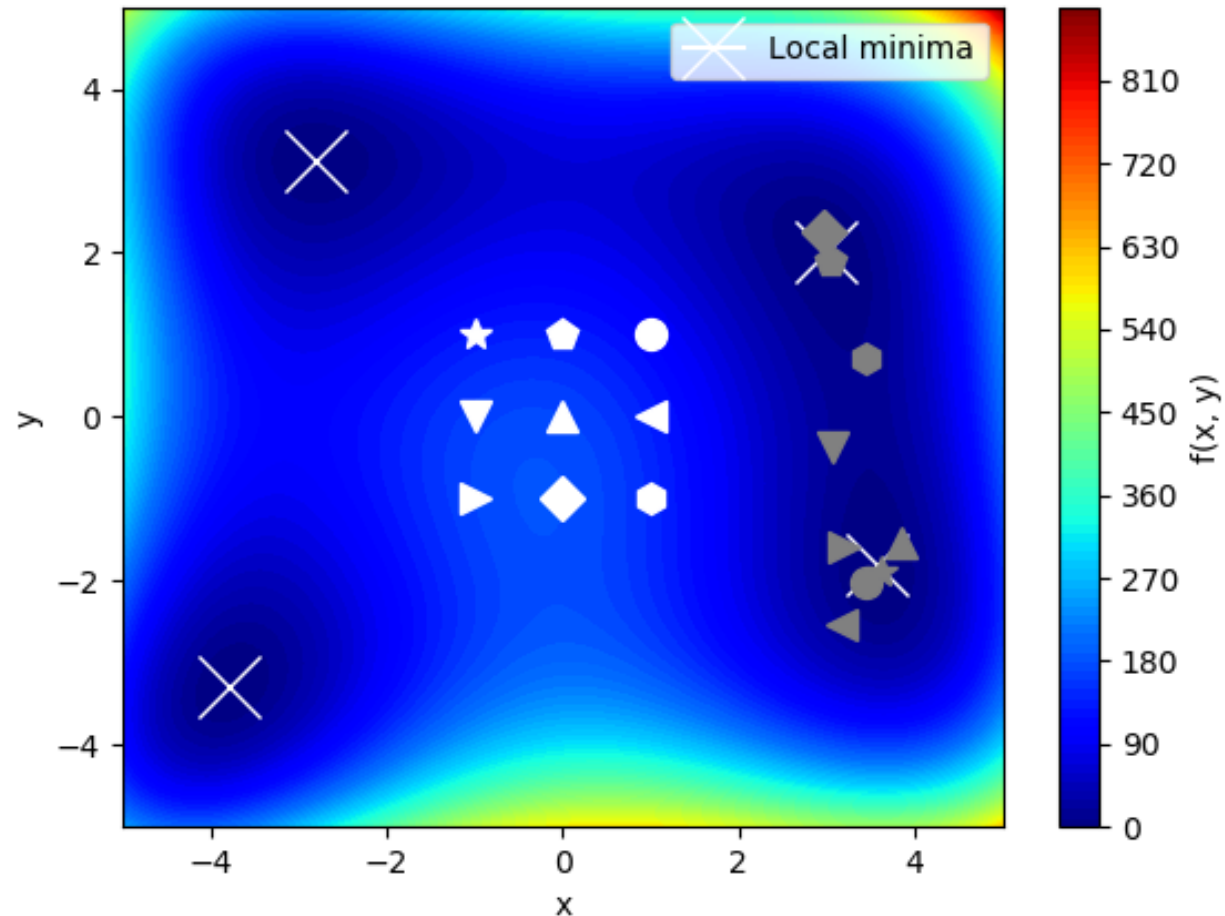
結果：1st try

白：初期状態、灰：収束状態

試行回数：1000回

1回に動かすサンプル点の距離：-0.5から0.5

40回に1回温度パラメータを減少、100回に1回リサンプリング



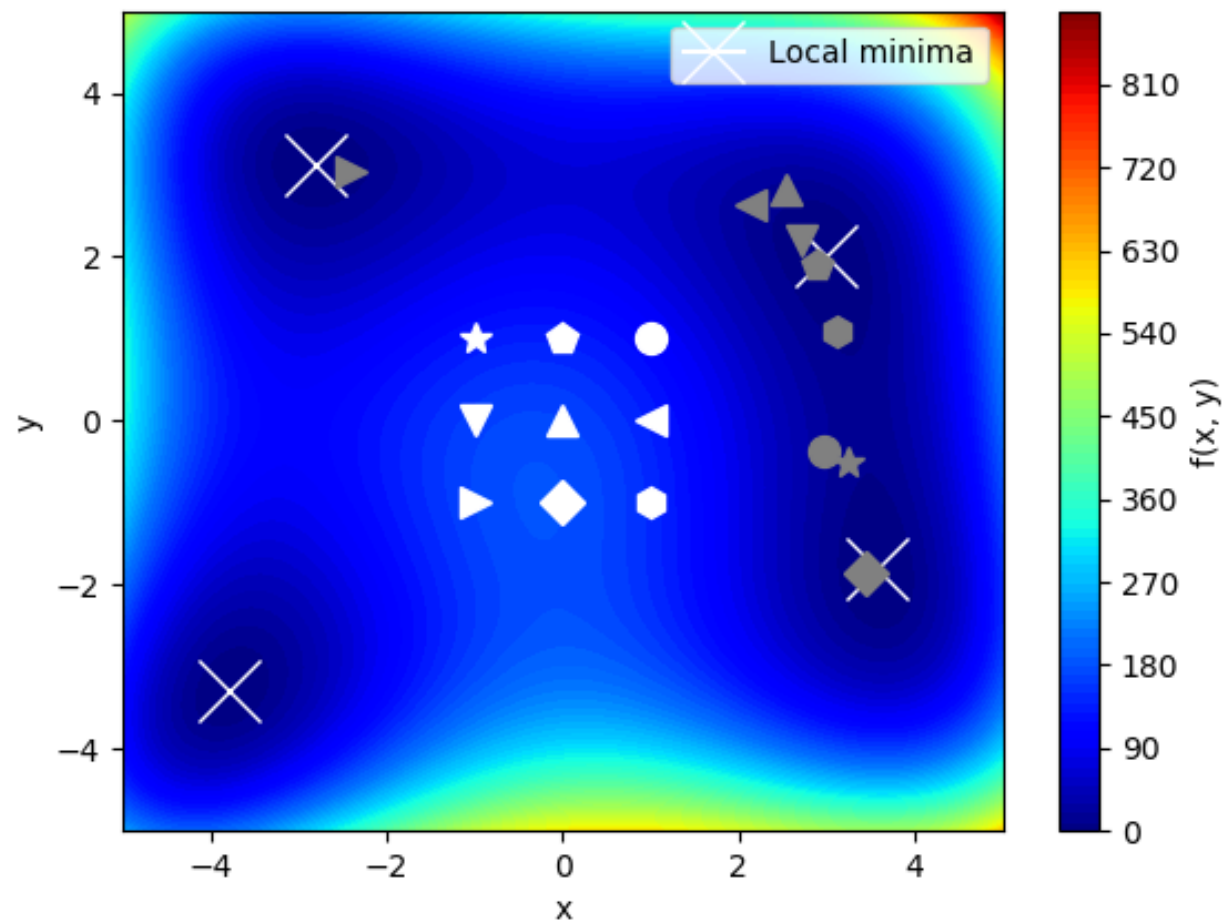
結果：2nd try

白：初期状態、灰：収束状態

試行回数：1000回

1回に動かすサンプル点の距離：-0.5から0.5

40回に1回温度パラメータを減少、100回に1回リサンプリング





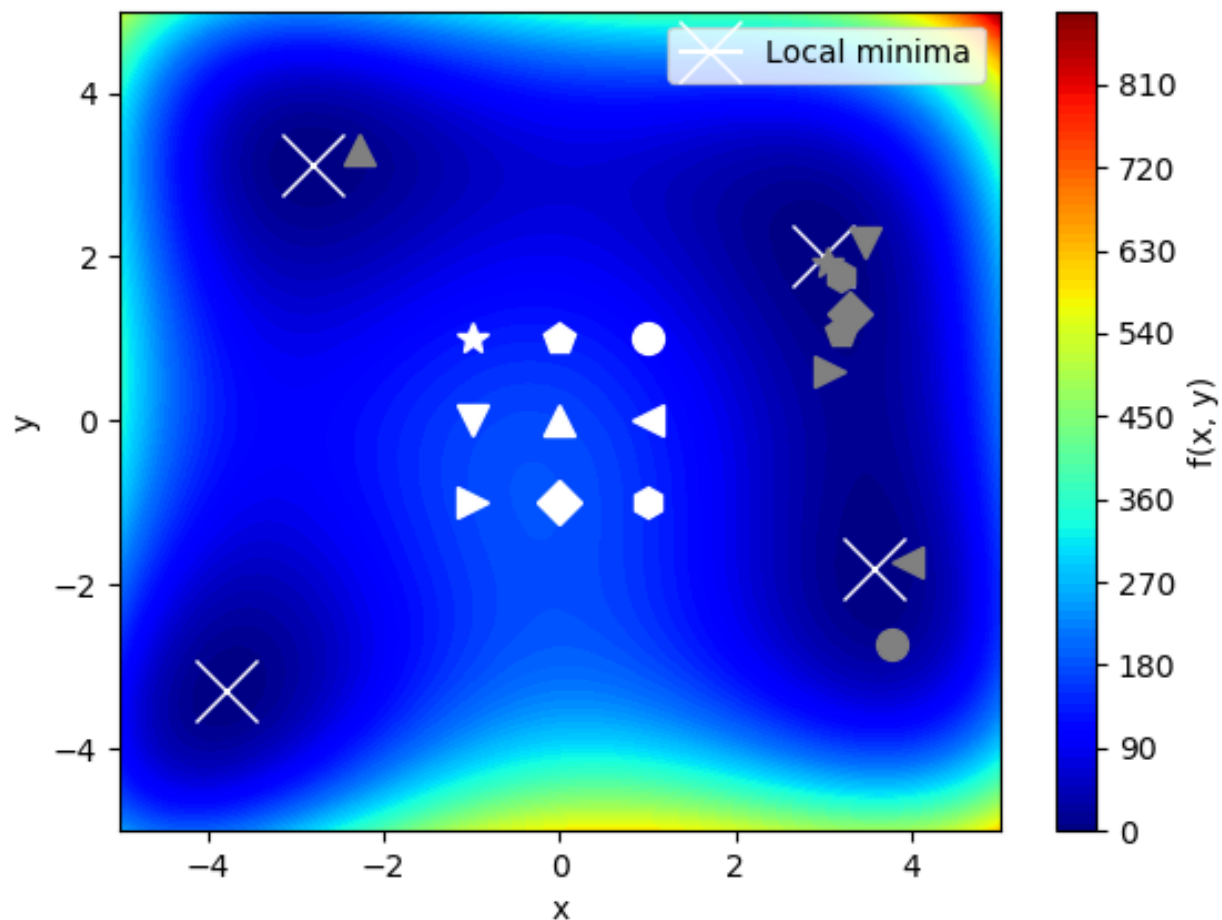
結果：3rd try

白：初期状態、灰：収束状態

試行回数：1000回

1回に動かすサンプル点の距離：-0.5から0.5

40回に1回温度パラメータを減少、100回に1回リサンプリング



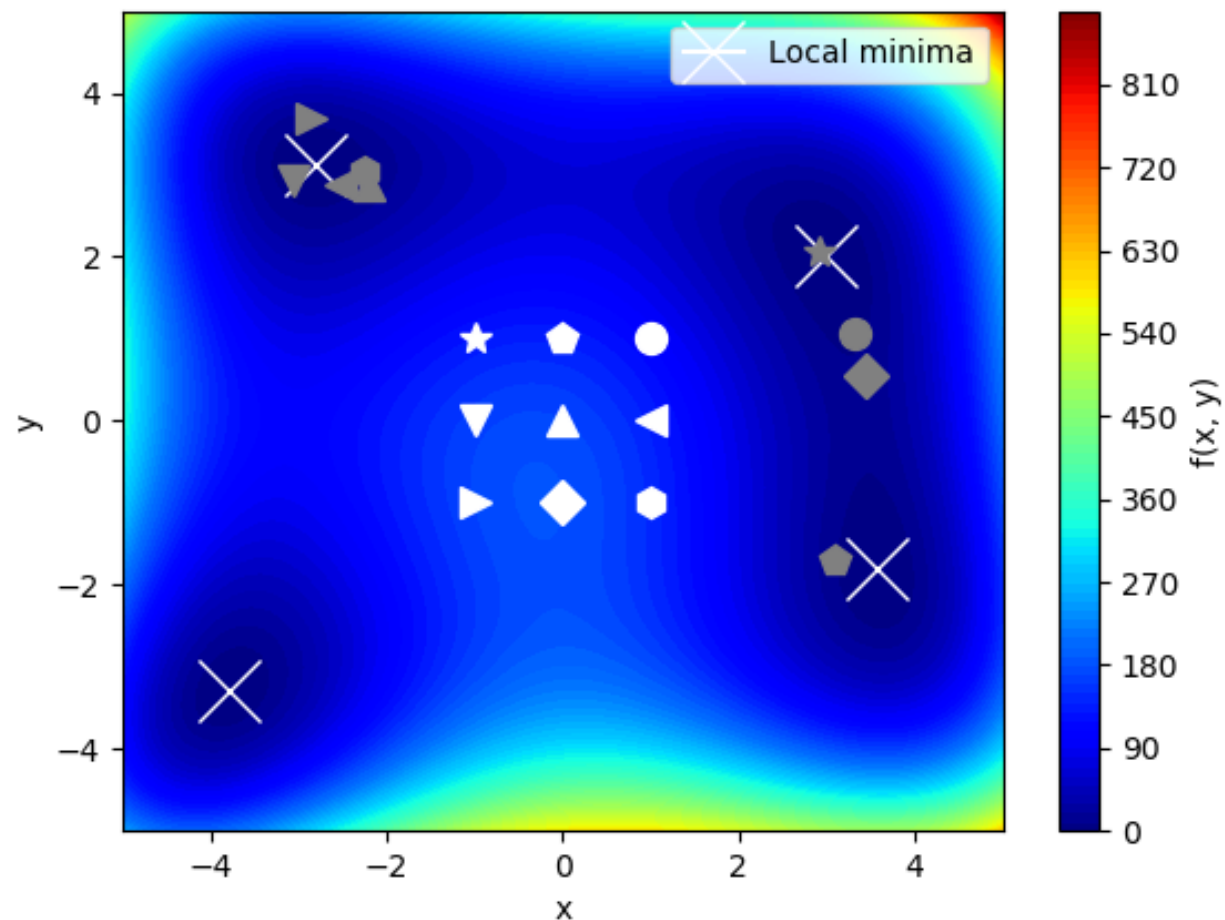
結果：4th try

白：初期状態、灰：収束状態

試行回数：1000回

1回に動かすサンプル点の距離：-0.5から0.5

40回に1回温度パラメータを減少、100回に1回リサンプリング



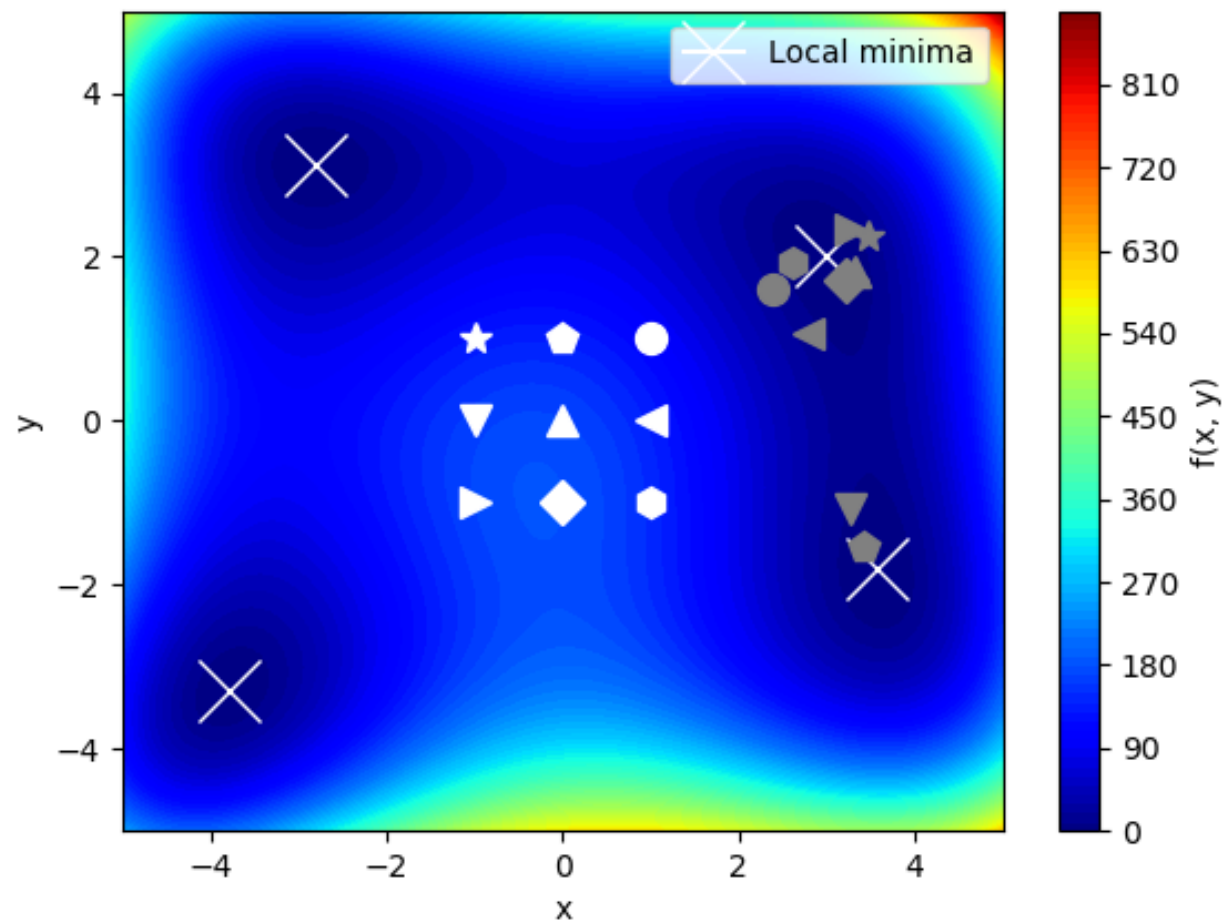
結果：5th try

白：初期状態、灰：収束状態

試行回数：1000回

1回に動かすサンプル点の距離：-0.5から0.5

40回に1回温度パラメータを減少、100回に1回リサンプリング



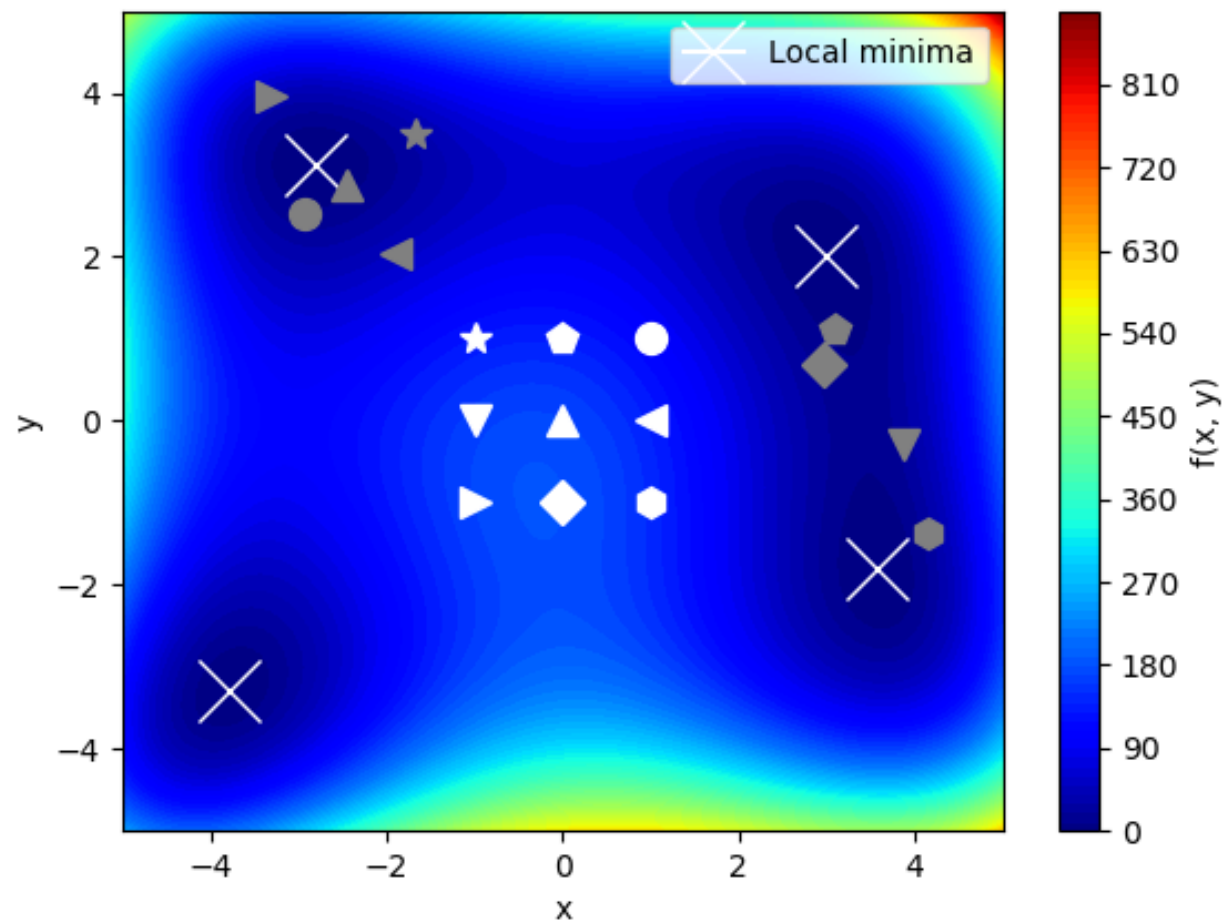
結果：6th try

白：初期状態、灰：収束状態

試行回数：1000回

1回に動かすサンプル点の距離：-0.5から0.5

40回に1回温度パラメータを減少、100回に1回リサンプリング



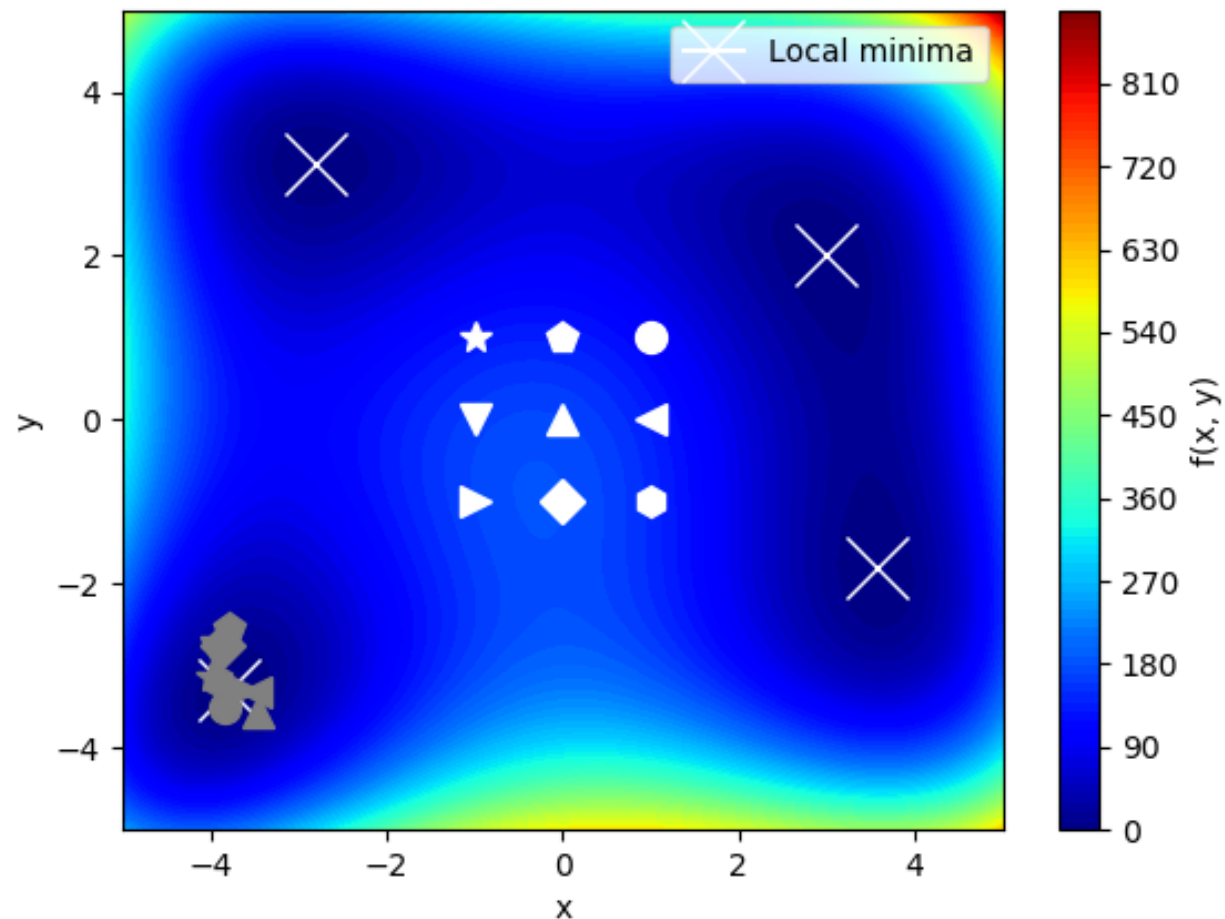
結果：7th try

白：初期状態、灰：収束状態

試行回数：1000回

1回に動かすサンプル点の距離：-0.5から0.5

40回に1回温度パラメータを減少、100回に1回リサンプリング



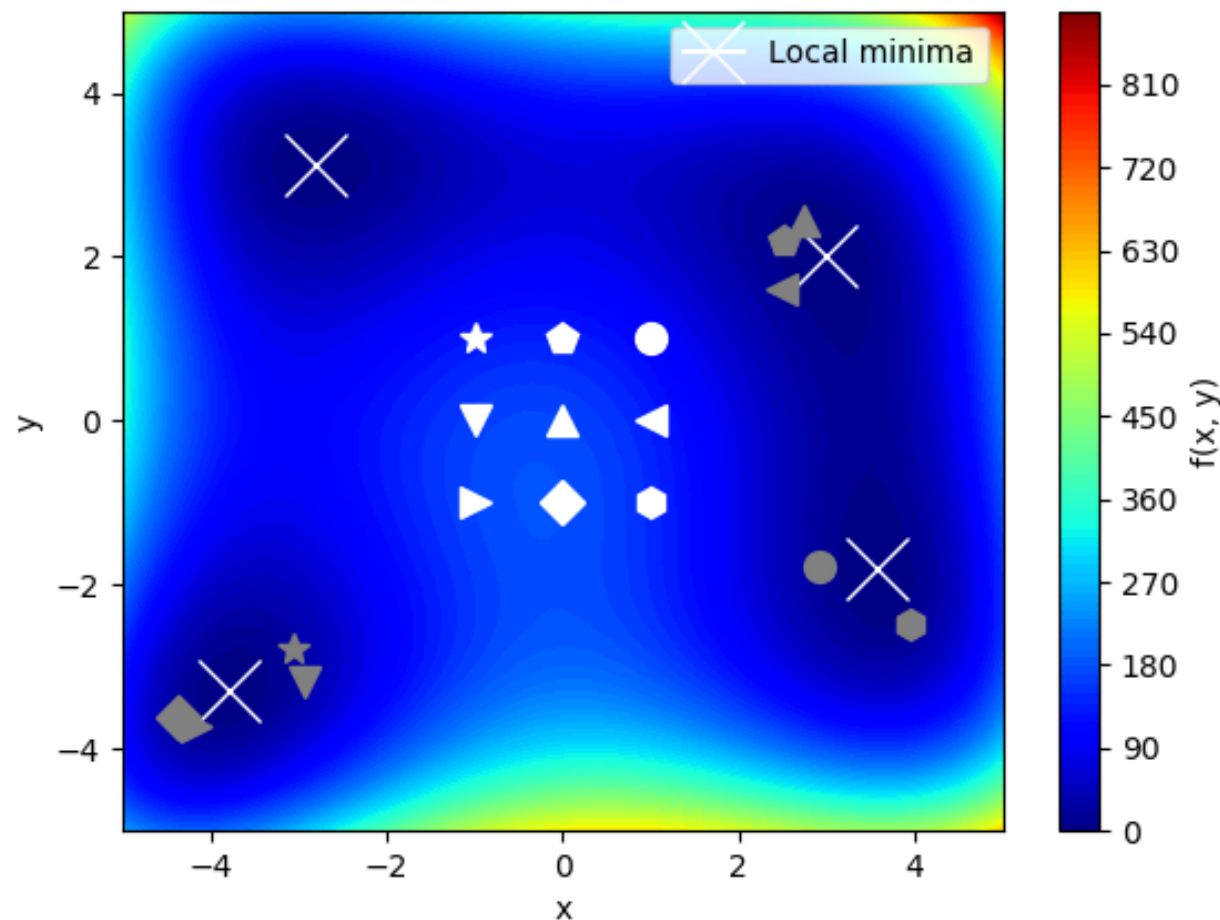
結果：8th try

白：初期状態、灰：収束状態

試行回数：1000回

1回に動かすサンプル点の距離：-0.5から0.5

40回に1回温度パラメータを減少、100回に1回リサンプリング



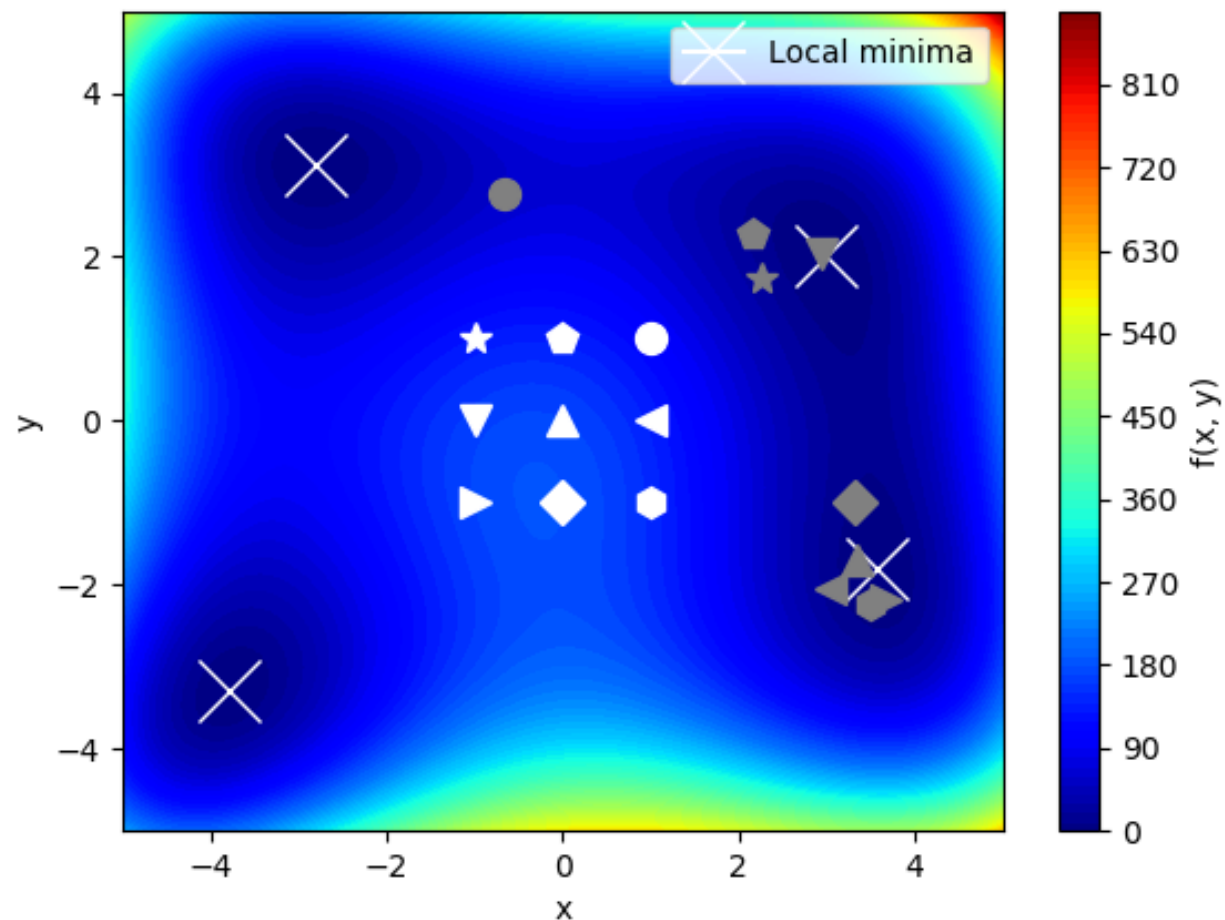
結果：9th try

白：初期状態、灰：収束状態

試行回数：1000回

1回に動かすサンプル点の距離：-0.5から0.5

40回に1回温度パラメータを減少、100回に1回リサンプリング



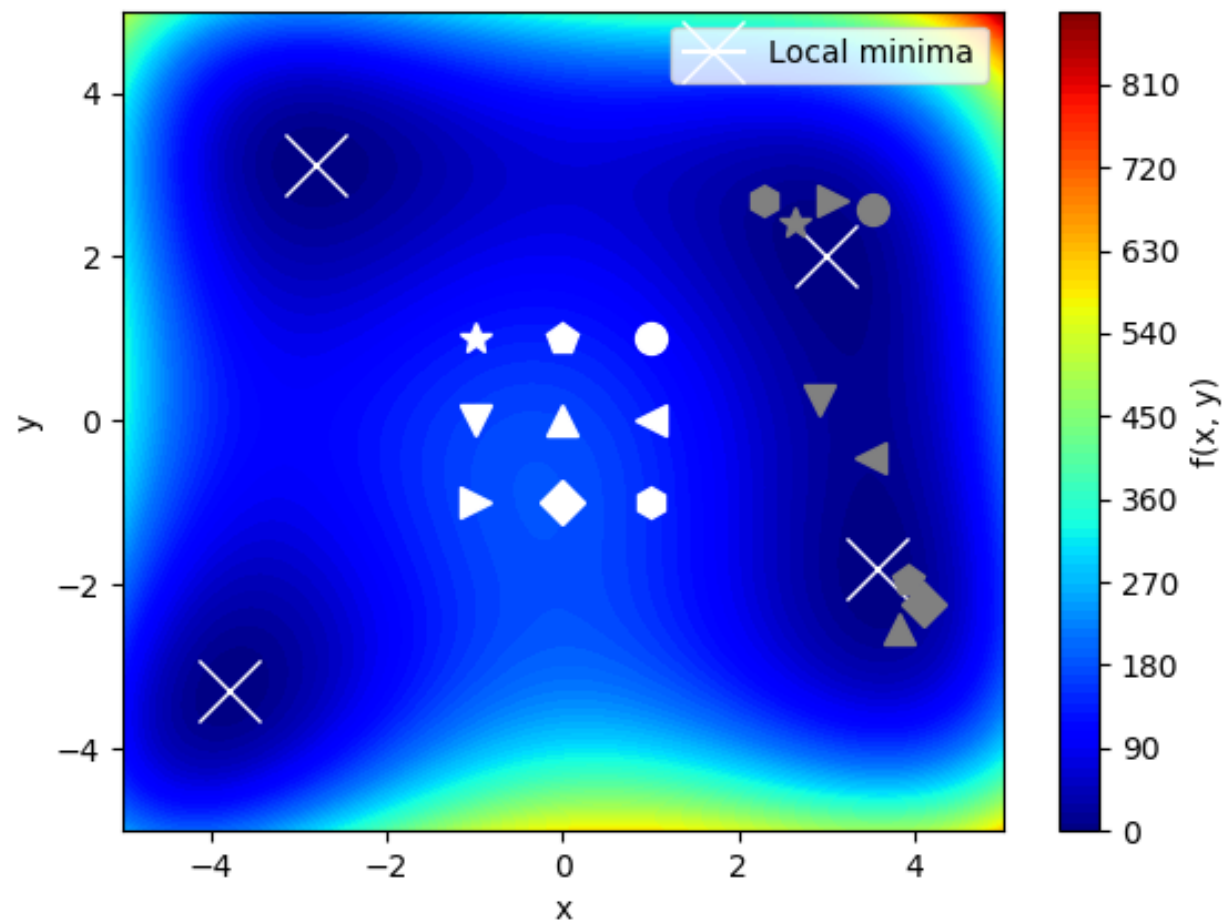
結果：10th try

白：初期状態、灰：収束状態

試行回数：1000回

1回に動かすサンプル点の距離：-0.5から0.5

40回に1回温度パラメータを減少、100回に1回リサンプリング





## 他にも…

- 1回に動かすサンプル点の距離を小さくしたり、試行回数を増やしたり、いろいろ試した。  
→ 資料にまとめる時間が無いため、割愛。
- テスト系の2変数関数を、実際に物理的な関数系に差し替えて意味のある解析を試したかった。  
→ 2日間では間に合わず。

## 今後の展望

- スパコン上で独立変数の数・サンプル点の数をもっと増やしたコードをつくる。  
(N変数関数・任意サンプル数への拡張。)