

微小摂動を用いたPSOの解探索能力の考察

A Considerations for the Solution Search Capability of PSO with Micro Perturbation

神野研究室

高頭 陸

Riku Takatou

神野 健哉

Kenya Jin'no

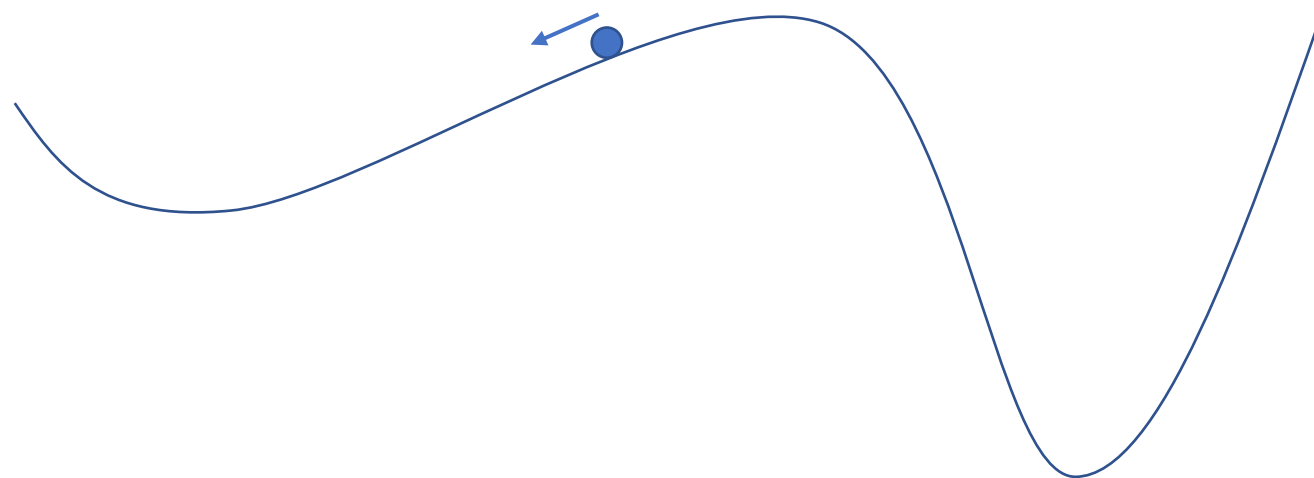


目的関数 : $f(x)$ が明示的で微分可能

→ 勾配法

問題点

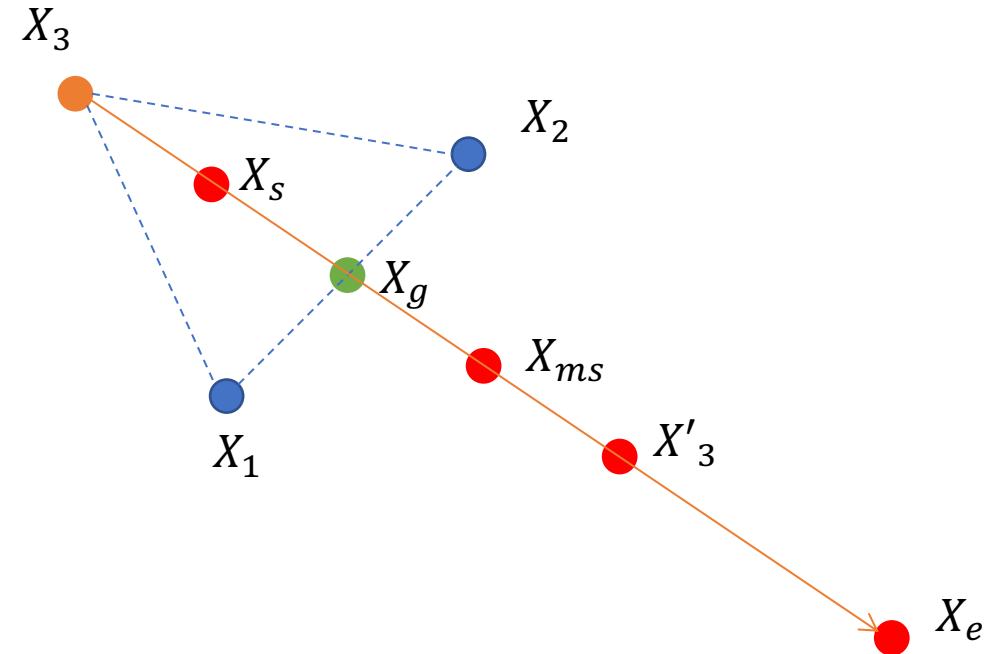
- ・ 目的関数の条件が厳しい



■ ブラックボックス関数

- ・ ダウンヒル・シンプレックス

- ・ 粒子群最適化法(PSO)



粒子群最適化法 (PSO)

速度と位置の更新式

$$V_i^p(t) = X_i^{\text{Pbest}}(t) - X_i(t)$$

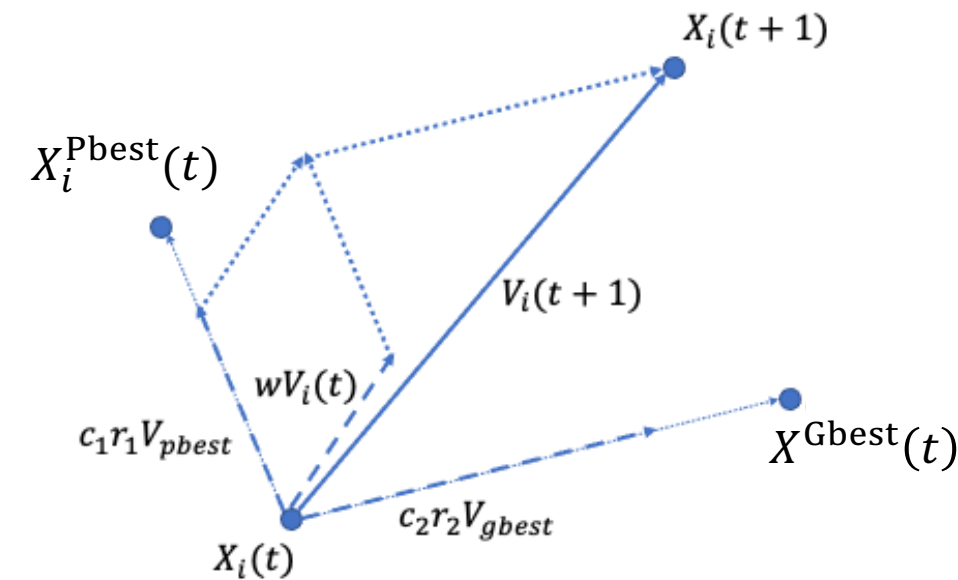
$$V^g(t) = X^{\text{Gbest}} - X_i(t)$$

$$V_i(t+1) = wV_i(t) + c_1r_1V_i^p(t) + c_2r_2V^g(t)$$

$$X_i(t+1) = X_i(t) + V_i(t+1)$$

$$w, c_1, c_2 = \text{Constant},$$

$$r_1, r_2 = \text{Random}$$



PSOの位置更新の図



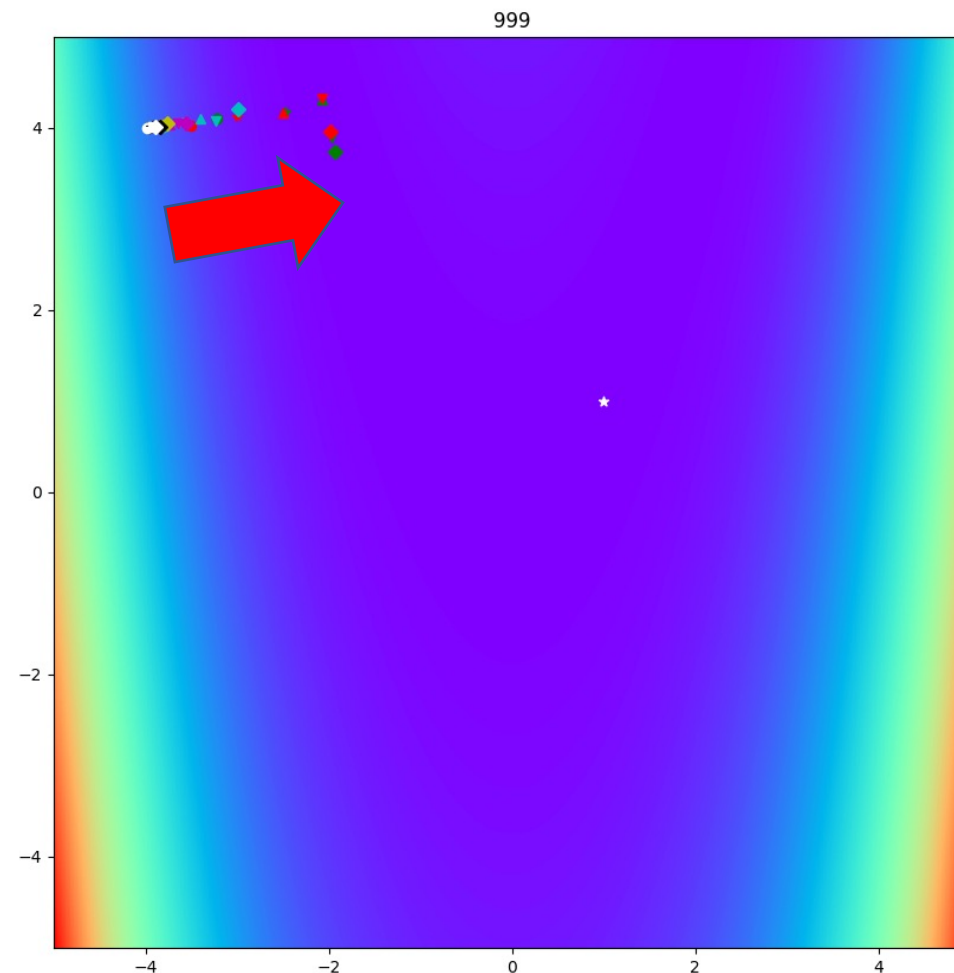
粒子群最適化法(PSO)の問題点

- ・ 各粒子が最適値を得る前に収束し更新が行われなくなる
→ 微小な摂動を与え、速度が 0 にならないようにする



微小摂動の有用性について

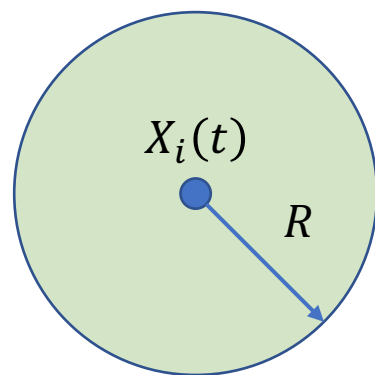
- ・ 摂動のみで探索を行う実験を行った。
- ・ 最適値の大まかな方向に移動できる
- ・ 単峰性では最急降下方向に微分せず向かう



■ 位置更新の提案式

$$\theta_i(t + 1) = \theta_i(t) + \gamma |\cos \theta_i(t)| + 0.01$$

$$X_i(t + 1) = X_i(t) + V_i(t + 1) + R * \cos \theta_i(t + 1)$$

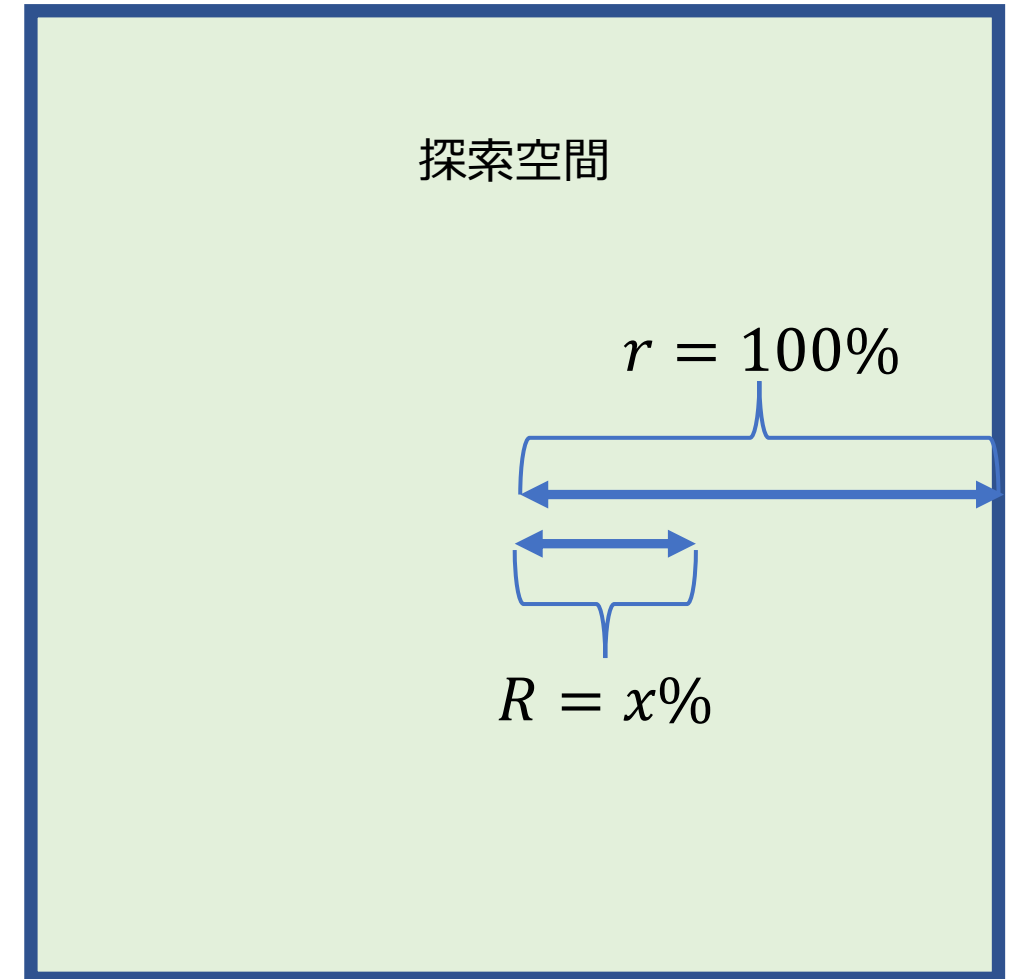


摂動の大きさ“ R ”

摂動の大きさ“ R ”は探索範囲“ r ”に対する比率で決める

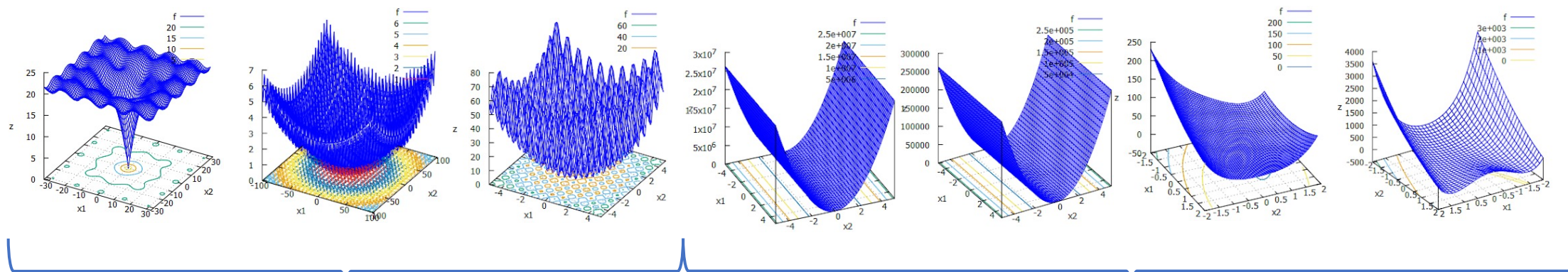
$$R = a * r$$

$$a = 0\%, 0.01\%, \dots, 0.09\%$$



ベンチマーク関数の探索範囲

	Ackley	Griewank	Rastrigin	Elipsoid	k-tablet	Perm	Rosenbrock
r	32.768	600	5.12	5.12	5.12	5	5



多峰性

単峰性



実験

■ 共通点

- 更新回数 = 3000
- 粒子数 = [1,2,4,8,12,16,20,24,28,32]
- $V_i(t+1) = wV_i(t) + c_1r_1V_i^p(t) + c_2r_2V_i^g(t)$ ($w = 0.729, c_1 = c_2 = 1.494, r_1, r_2 \sim U(0,1)$)

■ 実験パターン

1. Particle Swarm Optimization with Perturbation for All particles (PSOPA)

$$X_i(t+1) = X_i(t) + V_i(t+1) + R * \cos\theta_i(t+1)$$

2. Particle Swarm Optimization with Perturbation only for Gbest (PSOPG)

$$X_i(t+1) = X_i(t) + R * \cos\theta_i(t+1) \quad (X_i = X^{\text{Gbest}})$$

$$X_i(t+1) = X_i(t) + V_i(t+1) \quad (X_i \neq X^{\text{Gbest}})$$

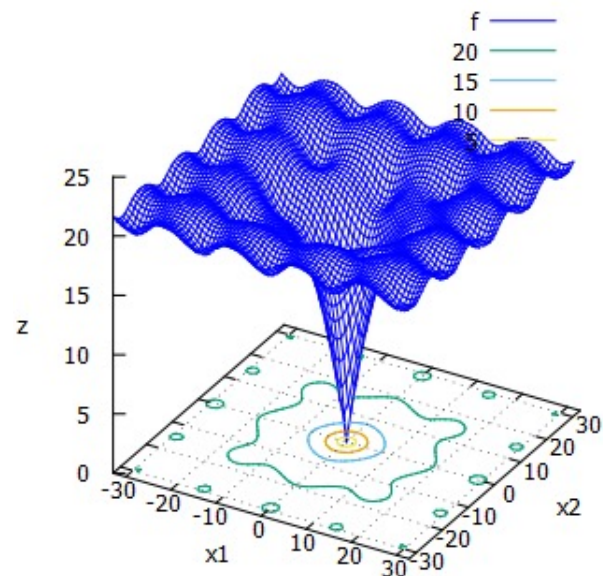
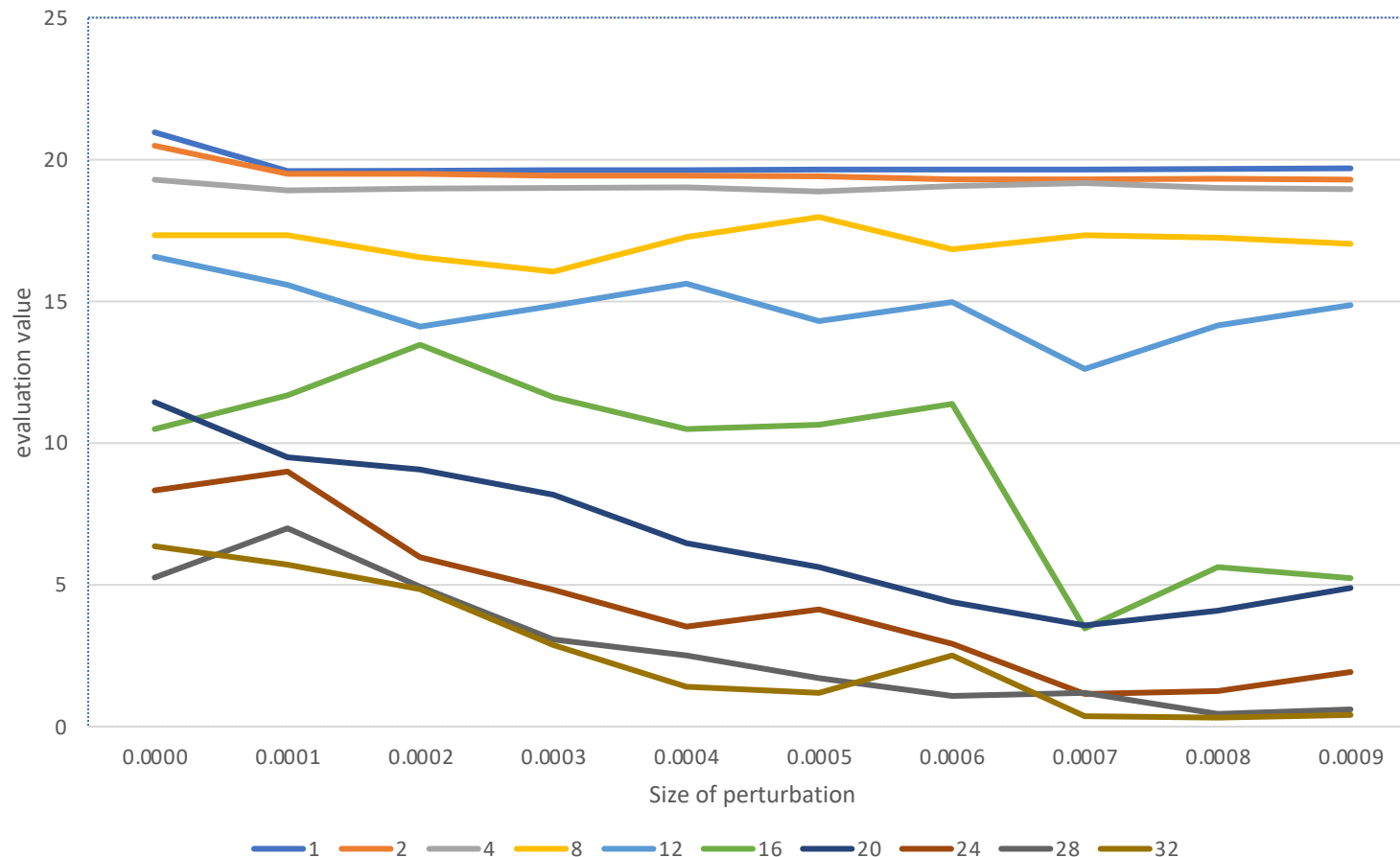


縦軸：評価値
横軸：摂動の大きさの割合“a”

粒子数ごとに色分け

評価値は小さいほうが良い

Ackley(PSOPA)



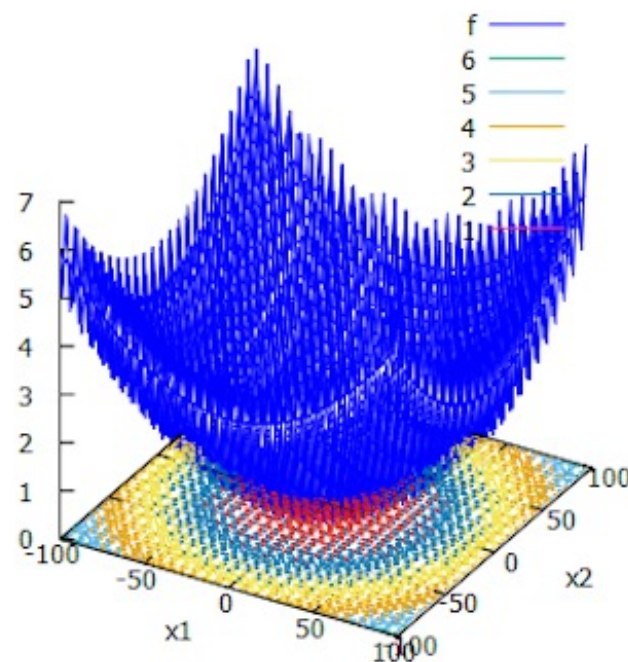
結果2

縦軸：評価値

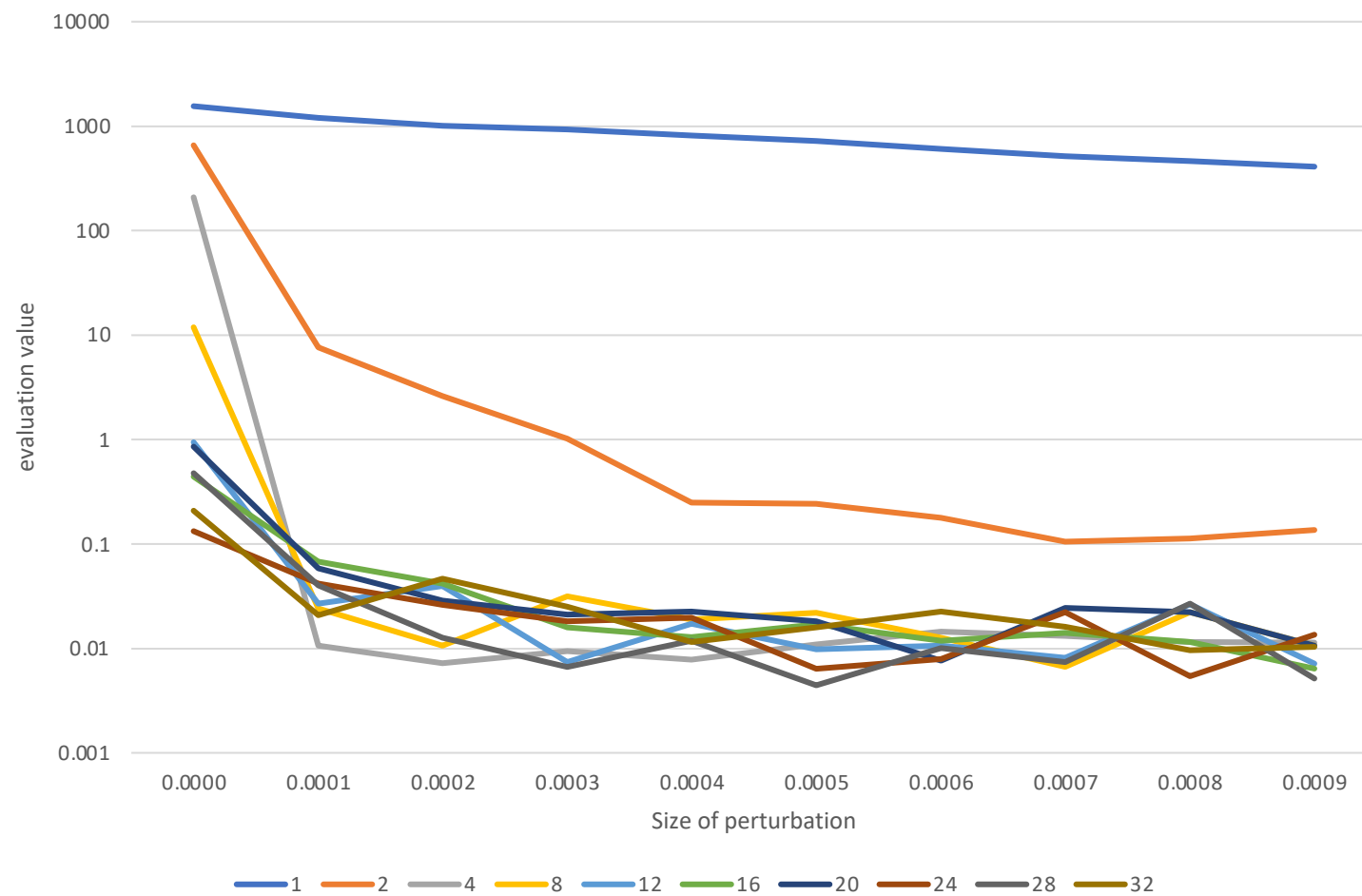
横軸：摂動の大きさの割合" a "

粒子数ごとに色分け

評価値は小さいほうが良い



Griewank(PSOPG)



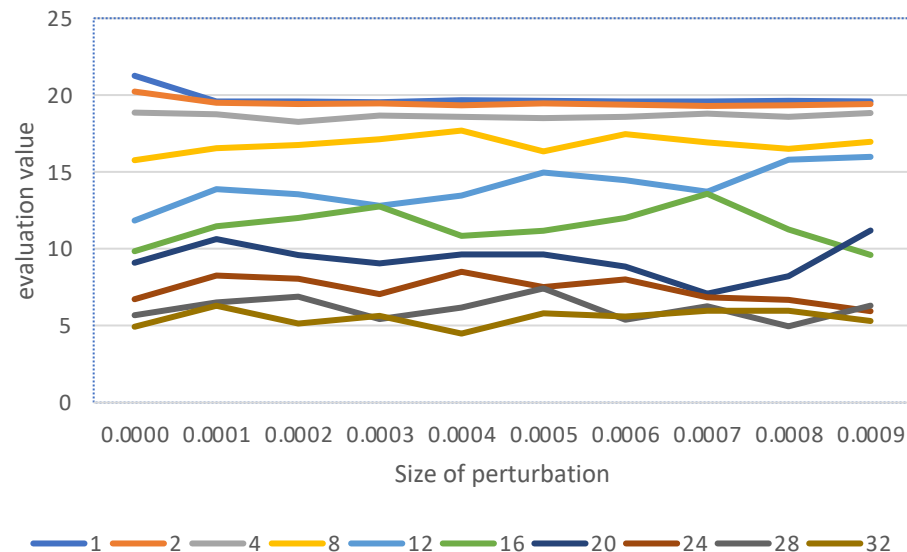
結果3

縦軸：評価値
横軸：摂動の大きさの割合“a”

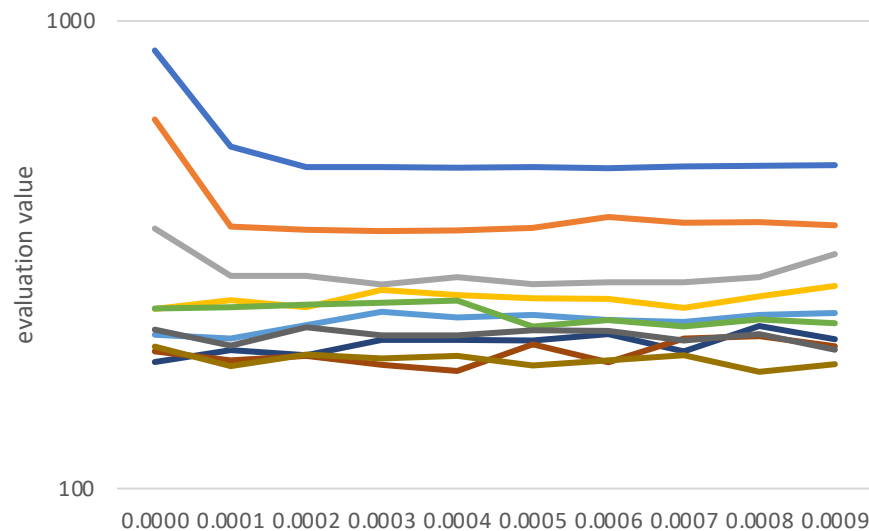
粒子数ごとに色分け

評価値は小さいほうが良い

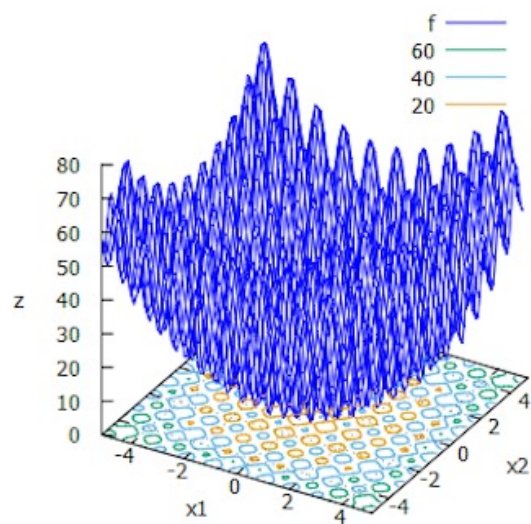
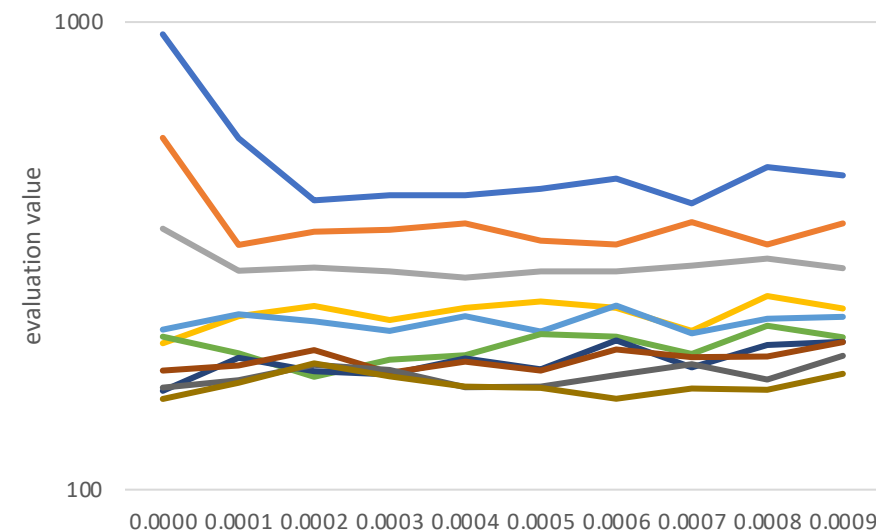
Ackley(PSOPG)



Rastrigin(PSOPA)



Rastrigin(PSOPG)



結果4

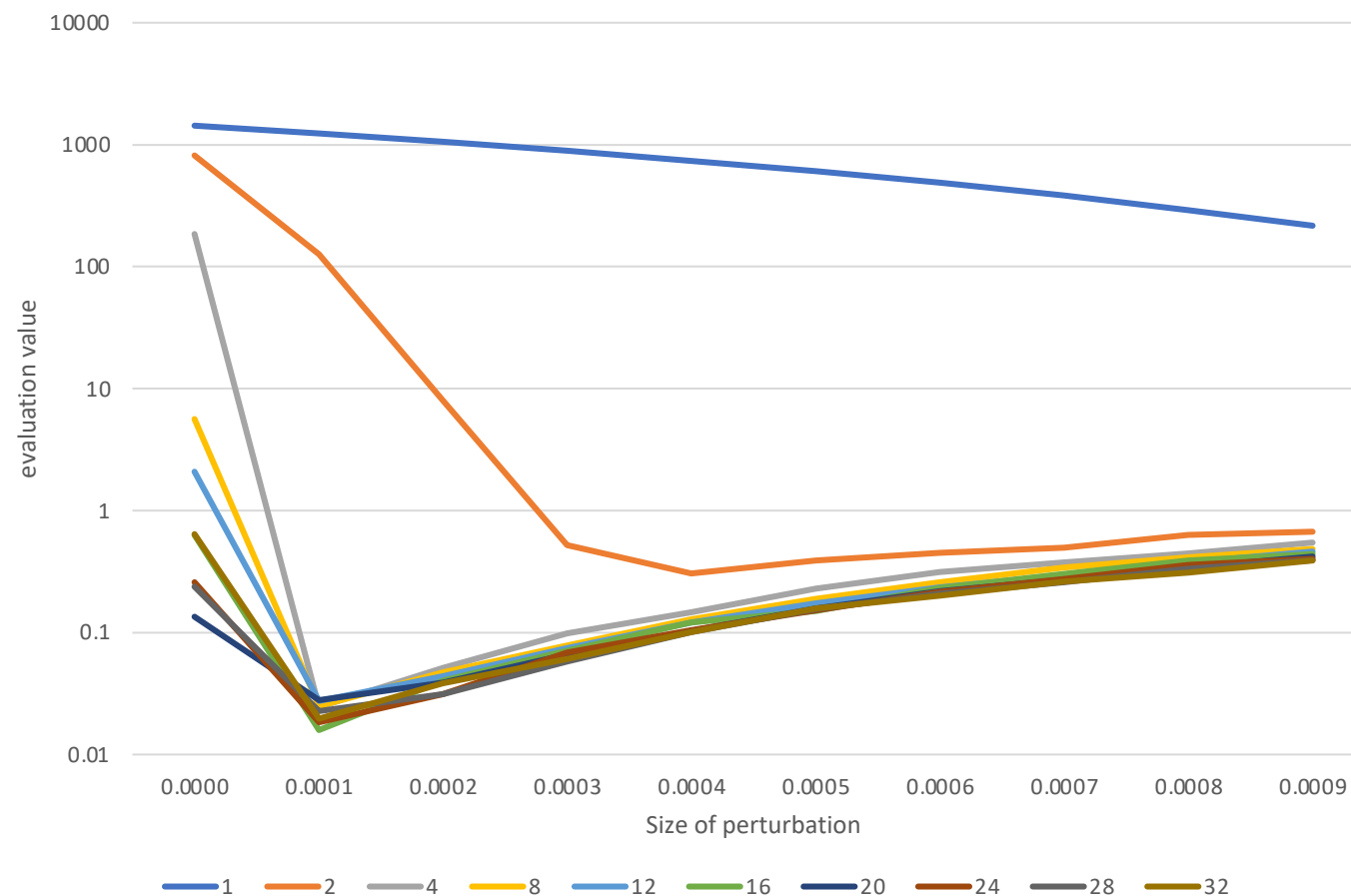
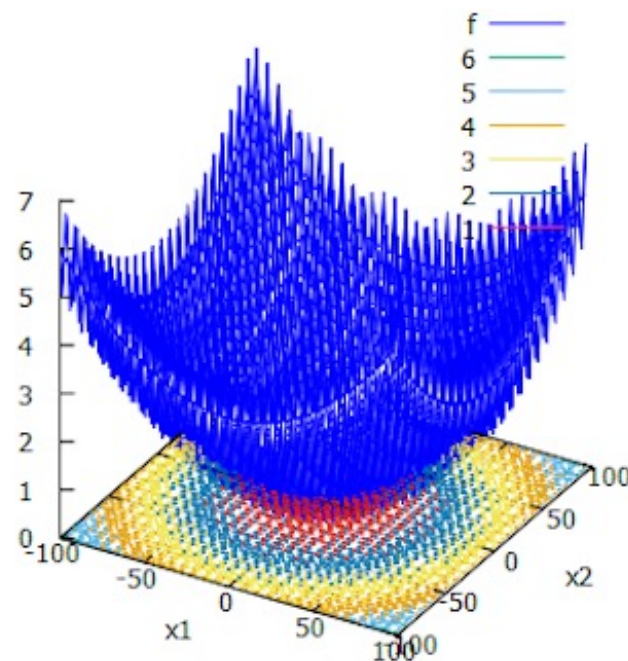
Griewank(PSOPA)

縦軸：評価値

横軸：摂動の大きさの割合" a "

粒子数ごとに色分け

評価値は小さいほうが良い

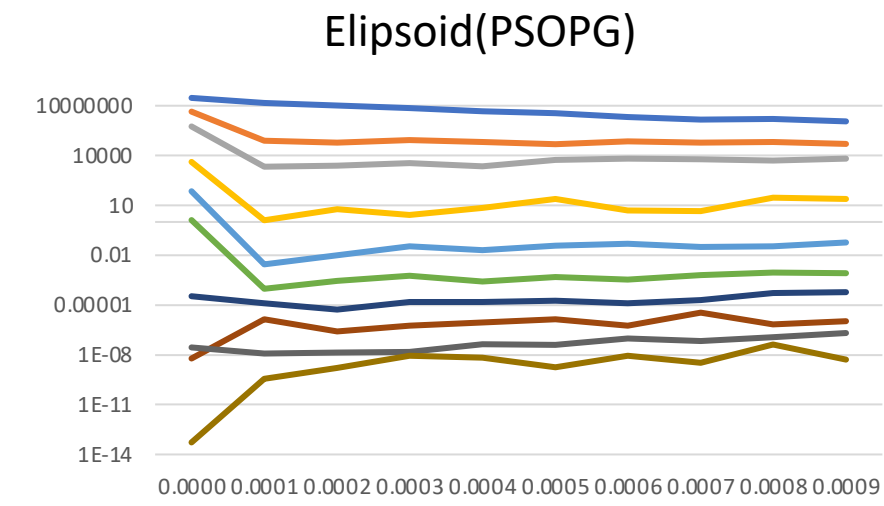
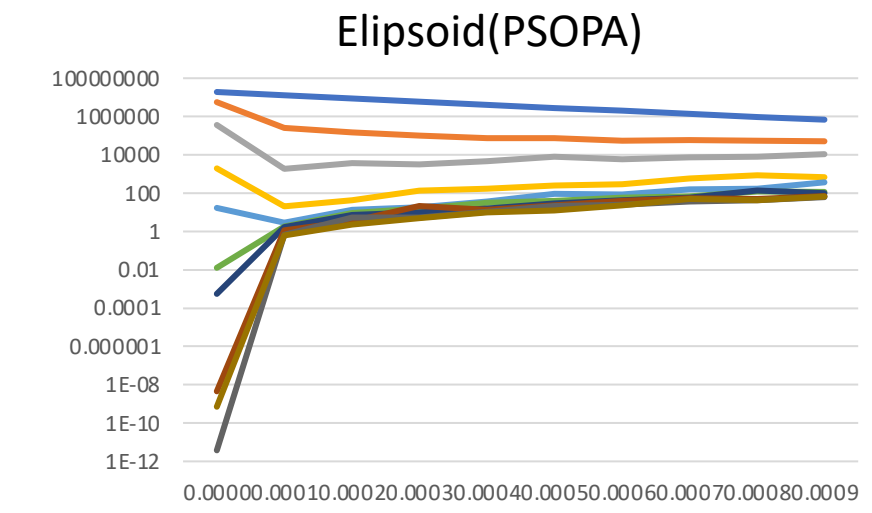
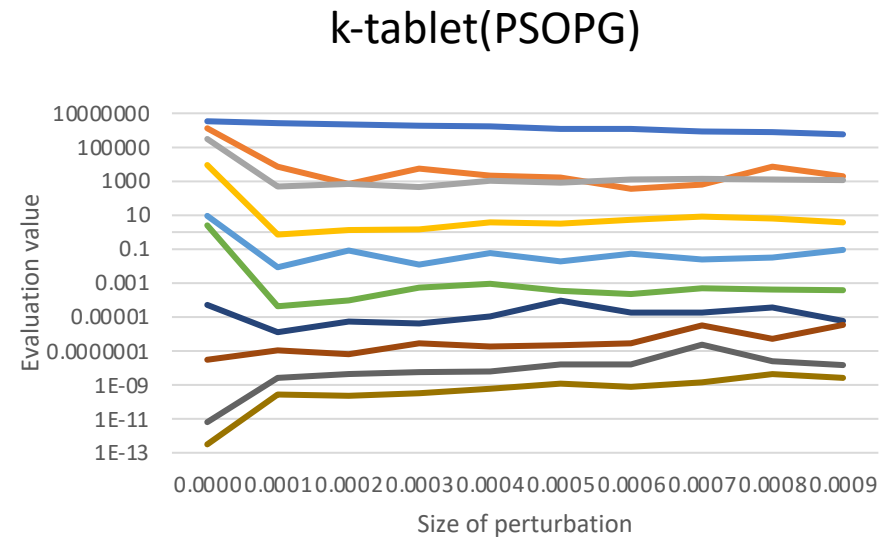
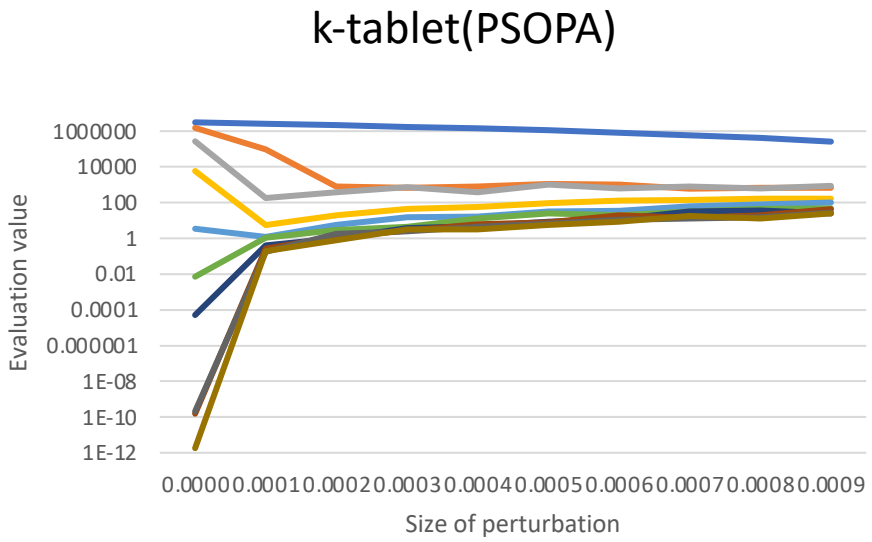
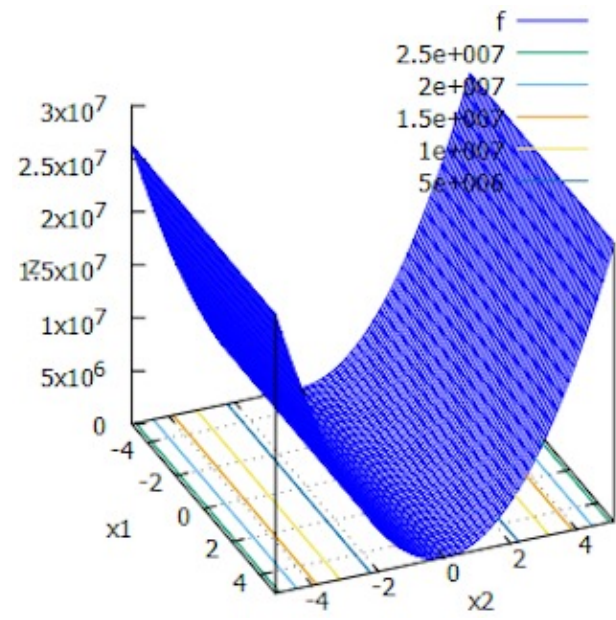


結果5

縦軸：評価値
横軸：摂動の大きさの割合“a”

粒子数ごとに色分け

評価値は小さいほうが良い



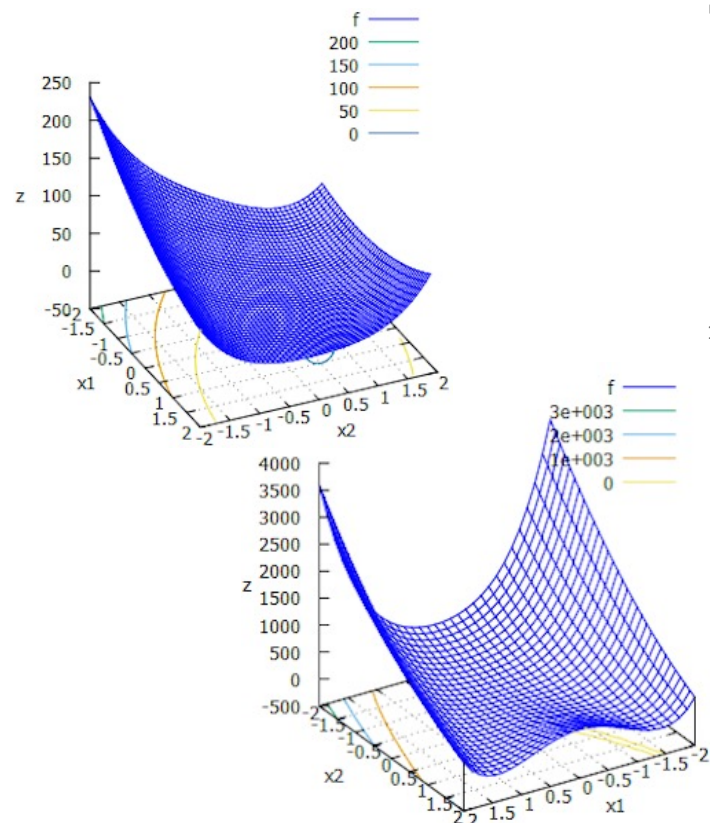
結果6

縦軸：評価値

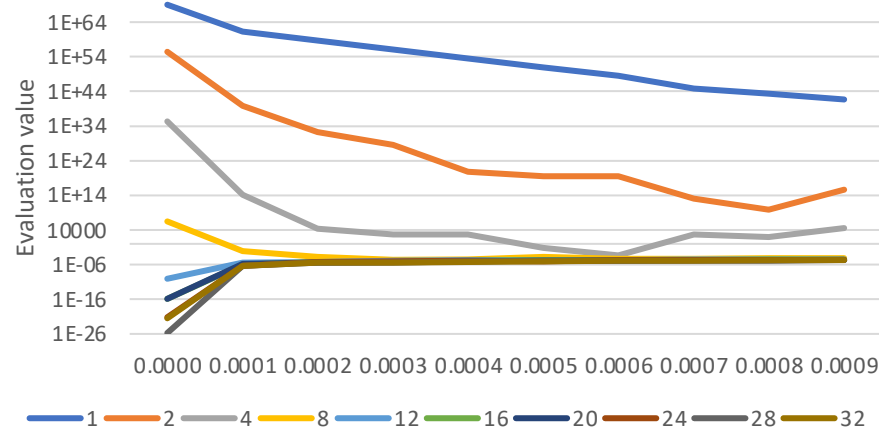
横軸：摂動の大きさの割合“a”

粒子数ごとに色分け

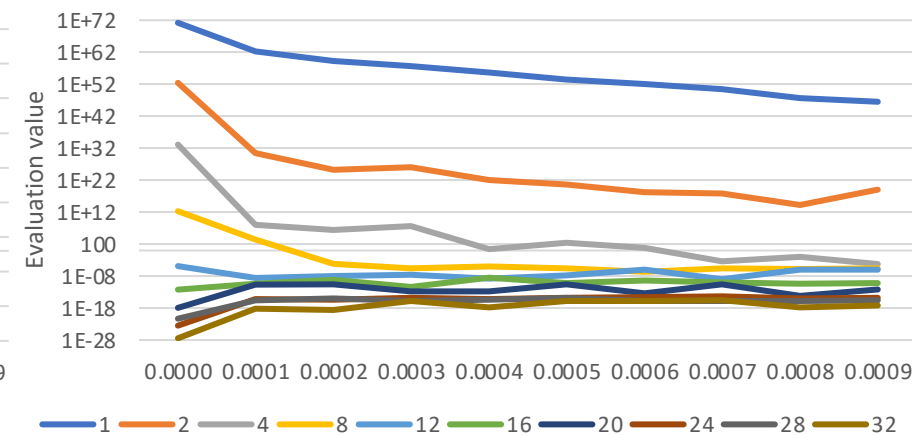
評価値は小さいほうが良い



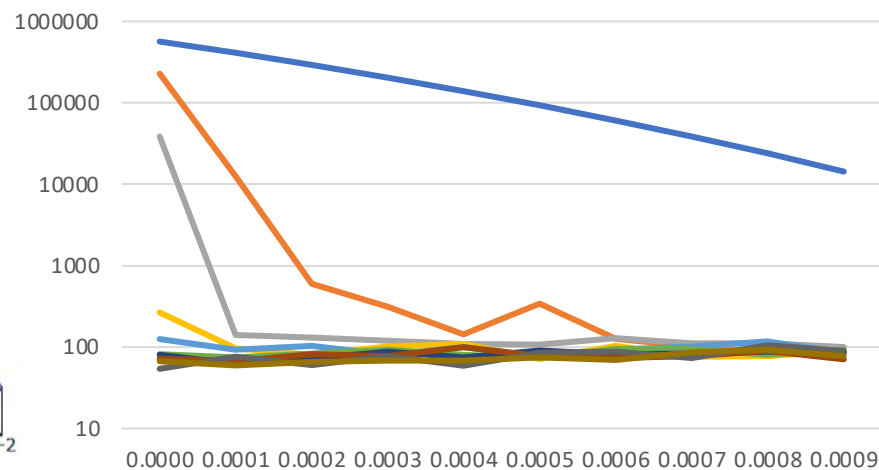
Perm(PSOPA)



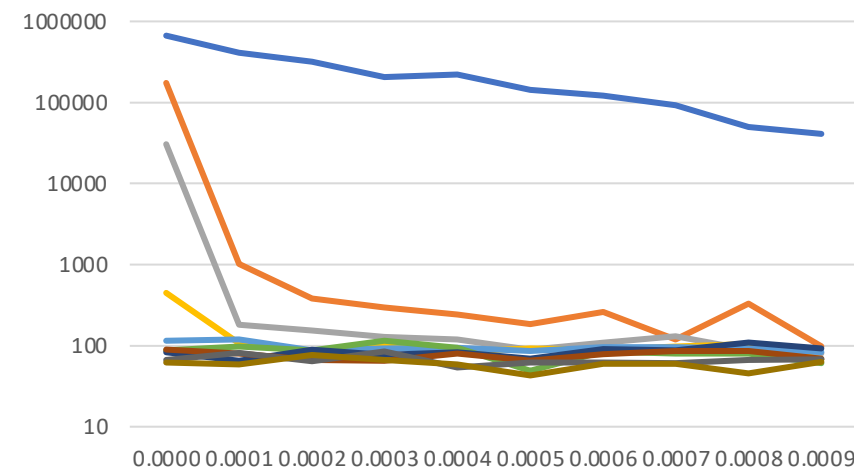
Perm(PSOPG)



Rosenbrock(PSOPA)



Rosenbrock(PSOPG)



- 粒子数が少ないと性能が向上する。
 - 摂動の大きさの最適値は、関数の種類や粒子の数で変わる。
 - パラメータ空間の次元との関係を考察する
 - より良い摂動の乱数の種類を考える
-
- 探索中に与える摂動を変化させられるアルゴリズムを考える

