

進捗報告

1 今週行ったこと

- ベンチマーク問題 ver.1 に対して正規化した上での CMA-ES の適用
- ベンチマーク問題 ver.1 に対しての数値的な考察

2 正規化した上での CMA-ES での探索

それぞれの起動状態の取りうる上限値を 1, 下限値を 0 とするリニアスケールをして, CMA-ES の探索を行った. なお, 正規化した後の x は以下の (1) 式の x' で表される.

$$x' = \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} \quad (1)$$

表 1 に実験パラメータを示す.

表 1: 実験パラメータ	
パラメータ	値
σ (初期標準偏差)	0.01
入力変数の次元	120
seed	0
一世代の個体数	2400
ρ (ペナルティ関数の係数)	1.0×10^4

図 1, 2 に目的関数値と制約違反合計値の遷移を示す. 横軸はどちらも世代数を表し, 縦軸は図 1 では目的関数値を, 図 2 では制約違反合計値を表す.

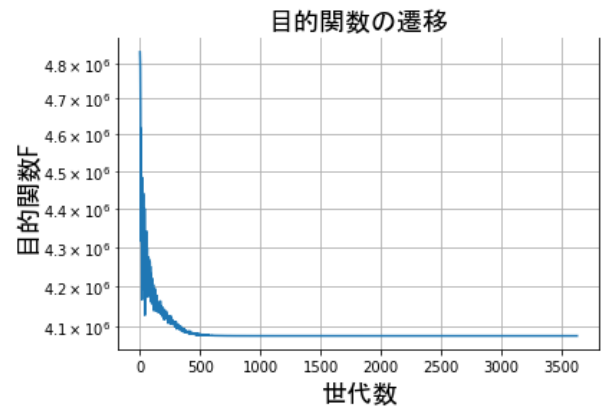


図 1: 目的関数値の遷移

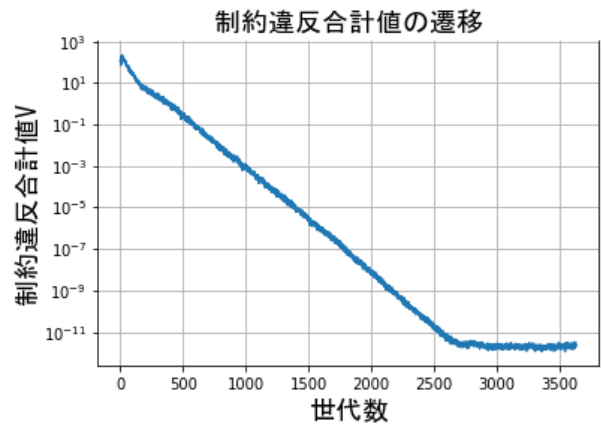


図 2: 制約違反合計値の遷移

表 2 に目的関数値および制約違反合計値の結果を示す.

表 2: 解法と目的関数値および制約違反合計値

解法	目的関数値	制約違反合計値
既知解	3999635.845	6.43×10^{-11}
探索解	4077770.800	2.33×10^{-12}

リニアスケールしたことによって, 解の改善は得られなかった.

3 数値的な考察

ベンチマーク問題を考える上で、蒸気のみ逐次生産しなければならない。蒸気を作り出すためには、ガスタービン・ボイラでの生産の二つが考えられる。表3に数値計算で得られたガスタービン・ボイラでの蒸気生成量の上下限値を示す。

表 3: 蒸気生成量の上下限値

変数	下限値	上限値
ガスタービン	2.9998	9.9993
ボイラ	0.16	16.0

また、表4にそれぞれの単位量あたりの生成に関するコストを示す。電力購入コストに関しては時間的な変動がある。ガスタービンは電力と蒸気を、ボイラは蒸気のみを生み出すことを考慮すると、ガスタービンで生み出す電力および蒸気のコストと、ボイラで生み出すのにかかる蒸気のコストおよび電力購入コストを考えればよい。

表 4: 単位量あたりの価格

エネルギー	時間帯	単位量あたりの価格 [円]
電力購入コスト	1~8,23,24	8810
	9~12	12080
ガス購入コスト	1~24	59.8

これを踏まえ、表5に各時間帯における総コストを示す。

表 5: 総コスト

時間帯	電力購入コスト	ガス購入コスト	総コスト
1~8,23,24	8810	1500	10310
9~22	12080	1500	13580
ガスタービン			11000

表5から、電力が安い時間帯にはボイラを動かし、電力が高いときにはガスタービンを動かすとコストを抑えられる。また、それぞれの機器には上限値があるので、それを考慮すると12~21 時間帯にはガスタービンを動かしつつ、足りない量はボイラで補う必要がある。

以上の議論からガスタービン・ボイラはガスタービンが9~22 時間帯に、ボイラは1~8, 12~24 時間帯に起動状態であるのが望ましい。

また、0~下限値までの探索が難しく、起動停止状態の切り替えは下限値でのペナルティを緩和し、負の値でのペナルティを導入することが考えられる。

4 今後の展望

- 機器の起動状態での下限値でのペナルティを緩和し、負の値でのペナルティを導入する目的関数を用いた探索