

## 5D-7

逐次二次計画法を用いた  
非線形最適化手法の開発

○野中 久典<sup>1</sup> 小林 康弘<sup>1</sup> 田村 正義<sup>2</sup>  
(株)日立製作所 エネルギー研究所<sup>1</sup>, ソフトウェア工場<sup>2</sup>

## 1. はじめに

非線形最適化の有力な手法の一つに、逐次二次計画法がある。逐次二次計画法は、現在の探索点で、目的関数と制約条件を各々二次式と一次式に近似した二次計画問題を解き、その解を探索方向ベクトルとして次の探索点を求める反復法である。本研究では、二次計画解法<sup>1)</sup>としてGoldfarb-Idnani法(GI法)と最小二乗法を問題に応じて任意に使い分けられる非線形最適化プログラムを開発した。

## 2. プログラムの性能向上策

## (a) GI法と最小二乗法の併用

計算効率に優れたGI法と信頼性に優れた最小二乗法を組み合わせ利用可能とした。

## (b) 上下限設定による探索領域の限定

求解の過程で探索点 $X_i$ が目的関数や制約条件の未定義領域に出てしまう場合がある。これに対して、定義領域が $l \leq X_i \leq u$ などの上下限制約条件の場合には、探索点を自動的に定義領域に引き戻す機能を付加した。

## (c) リスタート機能の強化

どのような場合に二次係数行列を初期行列にリセットし、処理をリスタートさせるかという基準を詳細化することにより、計算の効率と信頼性の向上を図った。

## (d) 高精度数値微分機能の組み込み

リチャードソン補外を用いて数値微分の高精度化を図った。

## 3. 他の非線形最適化プログラムとの性能比較

非線形最適化の標準的なテスト問題集<sup>2)</sup>の中から選択した、変数の数が多く制約条件が複雑な難問28件に対して、他の6件の有力な非線形最適化プログラムで解いた公表データ<sup>2)</sup>と、本プログラムで解いた結果とを間接的に比較した。表1に結果を示す。ここで、失敗とは厳密解を求められなかったケースを言う。この結果より、本プログラムが既存の非線形最適化プログラムと同等以上の性能を持つことを確認した。

表1 非線形最適化プログラムの性能比較 [\* : 出典 2)]

プログラム名 (開発者)	手 法	結果 (失敗/問題)
V F 0 2 A D (Powell)	逐次二次計画法	4 / 28*
O P R Q P (Biggs)	逐次二次計画法	4 / 28*
G R G A (Abadie)	一般縮約勾配法	2 / 28*
V F 0 1 A (Fletcher)	乗数法	13 / 28*
F U N M I N (Kraft)	乗数法	5 / 28*
F M I N (Kraft-Lootsma)	ペナルティ法	12 / 28*
本プログラム	逐次二次計画法	2 / 28

## 参考文献

- 1) 重松, 田村, 小林: GI法と最小二乗法の悪条件二次計画問題に対する性能評価, 情報処理学会第36回全国大会論文集, 3B-4, pp.43-44 (1988)
- 2) W.Hock and K.Schittkowski: Test Examples for Nonlinear Programming Codes, Springer-Verlag(1981)

Development of NLP Technique Using Sequential Quadratic Programming  
Hisanori Nonaka, Yasuhiro Kobayashi, Masayoshi Tamura  
Hitachi, Ltd.