

学生番号	13232043	氏名	田口 拓人
論文題目	差分進化法を用いた磁束クリープ・フローモデルのパラメータ推定		

1. はじめに

現在、高温超伝導体は工学分野において実用化に向けて盛んに研究が行われている。高温における電界-電流密度特性(E - J 特性)を求めるには、磁束クリープ・フローモデルを用いることが有効であると知られている。磁束クリープ・フローモデルを用いるには、ピンカの最頻値などのパラメータを推定する必要があり、通常は実験値と理論値をフィットさせる。これまではメッシュ法(mesh)を用いてパラメータ推定を行っていたが、mesh では範囲内のすべての組み合わせを計算するためパラメータの推定に時間を要する。そこで近年高速化の手法として進化アルゴリズムの 1 種である差分進化法(DE) [1]が注目されており、DE を用いることでパラメータの推定が高速に行なえることが期待されている。本研究では、DE を用いて磁束クリープ・フローモデルのパラメータを自動推定し、パラメータ推定の可能性について考察する。

2. 推定方法

今回は推定するパラメータを、ピンカの最頻値 A_m 、ピンカの分散 σ^2 、磁束クリープがないと仮定した仮想的な臨界電流密度の磁界依存性 γ と温度依存性 m の4つとする。今回は、 $\text{GdBa}_2\text{Cu}_6\text{O}_{7-\delta}$ 超伝導線材で SQUID を用いた磁化緩和測定により求めた E - J 特性について、DE を用いてこれらのパラメータを求める。1 解析 3000 世代とし、初期集団 30 個、交叉率を 0.9、スケールパラメータ F を 0.5 として解析を行う。本研究では、交叉方法については DE/rand/1/bin を用いる。DE/rand/1/bin は基本ベクトルのための親を集団からランダムに選択し、親を一定確率で交叉することによって子を生成する方法である。親の選択は 3 個体 $\mathbf{x}_1, \mathbf{x}_2, \mathbf{x}_3$ を重複しないようにする。子ベクトルは $\mathbf{x}' = \mathbf{x}_1 + F(\mathbf{x}_2 - \mathbf{x}_3)$ で求められる \mathbf{x}' と親を交叉し、生成する。評価関数として距離 d を用いて

$$d = \frac{1}{N} \sum (\ln(E_{\text{cal}}) - \ln(E_{\text{exp}}))^2 \quad (1)$$

を用いる。但し、実験値は E_{exp} 、理論値は E_{cal} 、実験時の測定回数は N とする。

3. 結果と考察

DE と mesh で推定したパラメータの距離 d と推定にかかった時間を Table. 1 に示す。また、Fig. 1 に DE と mesh で求めたパラメータ群をもとに作成した E - J データの比較を、Fig. 2 にスケールパラメータ F を変更した場合の世代数と距離 d の関係を示す。Table 1、Fig. 1 より DE の方が mesh より短い時間かつ高い精度でパラメータ推定を行うことができた。また、Fig. 2 よりスケールパラメータ F の値が小さいほどパラメータの推定が早い段階で行われていることがわかる。しかし、 F の値が小さ

ざり場合には、 d が大きな値のパラメータを推定しており、局所解に陥っている。そのため、適切な F の値を設定することが DE でパラメータ推定を行うために重要である。

4. 参考文献

[1] R. Storn and K. Price, Journal of Global Optimization, 11 (1997) 341 – 359.

5. 研究業績

田口拓人ほか, “差分進化法を用いた磁束クリープ・フローモデルのパラメータ推定における評価方法の検討”, 平成 28 年度応用物理学会九州支部学術講演(2016)

Table 1: Comparison of distance and time calculated by mesh method and differential evolution

	distance d	Time [s]
DE	5.64×10^{-3}	32
mesh	4.18×10^{-2}	213

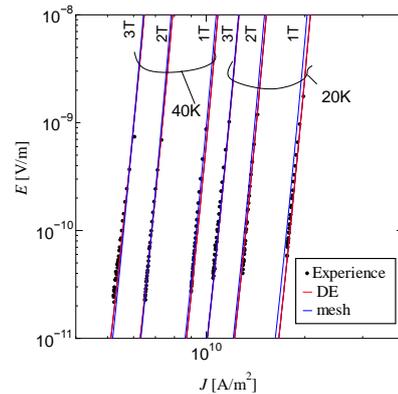


Fig. 1: Comparison of the experimental, and calculated data by the mesh method and differential evolution

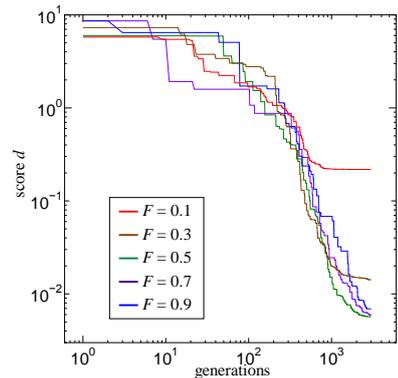


Fig. 2: Relation between number of generations and distance in various scaling parameters F