

学生番号	09232049	氏名	富岡 大貴
論文題目	メッシュ法を用いた超伝導体の電界－電流密度特性の数値計算		

1. はじめに

現在、超伝導体の特性把握の為に実験が様々行われている。高温超伝導体の実用化において、超伝導体の電界 - 電流密度特性 (E - J 特性) を把握することは重要であり、磁束クリープ・フローモデルが解析に有効であると知られている。このモデルは遺傳的アルゴリズムや最急降下法アルゴリズムなど様々な手法を利用することができ、その特性が詳細に解析されている[1]。本研究では、メッシュ法を用いてより速く、より精度のよい計算を行うことを目的とする。

2. 計算方法

計算方法として採用しているメッシュ法とは、パラメータの範囲をそれぞれ分割し、多次元の格子状にしてすべての組み合わせにおいて計算を行い、それらより全体の解を出すものである。

今回求めるパラメータは、ピン力の強さの最頻値 A_m 、ピン力の分散 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 、及び温度依存性 m の4つである。これらのパラメータの上限と下限をそれぞれあらかじめ設定し、その全てのパラメータの組み合わせを計算する事で最良解を算出している。計算の評価には次の評価値 d を用いた。

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

ここで、 E_{exp} は実験値、 E_{cal} は解析、 N はデータ数である。

今回のデータとして、磁束クリープ・フローモデルより生成した E - J 特性(以下モデルデータ)を用いている。今回は、積分区間の分割数(以下、分割数)の違いによる特性について調査・考察を行う。

3. 結果

図1にモデルデータにおけるパラメータの設定値によって規格化した値の分散を示す。今回のパラメータの設定値はメッシュ法の格子点上に存在するように設定してあるので必ず推定できるはずである。図1は、それぞれの線が計算結果としてのパラメータの組み合わせとなっており、縦軸は各パラメータにおいてモデルデータ生成の際に用いたパラメータによって規格化した値を示している。すべてのパラメータにおいて規格化した値が1となったのは分割数が15以上の場合であった(図1における赤線)。

各パラメータの値を表1に示す。これまで同様の計算を行う際には、分割数を900で行っていたが、分割数は15で十分なことが分かる。表2に各分割数における d の値と計算に要した時間を示す。 d の値は分割数900で極めて小さな値をとっているため、精度の高い推定ができていことがわかる。計算時間に関して比較すると分割数が15であれば分割数900に対し16分の1程度の計算時間で最良解が求まることが分かった。

表1: モデルデータ、各分割数におけるパラメータ

	$A_m(\times 10^{11})$	$\sigma^2(\times 10^{-2})$	γ	m
モデル	1.00	1.00	0.60	3.00
15回	1.00	1.00	0.60	3.00
900回	1.00	1.00	0.60	3.00

2: 各分割数における評価値と計算時間

	評価値 d	計算時間[s]
15回	3.71×10^{-2}	13.6
900回	3.62×10^{-11}	217.0

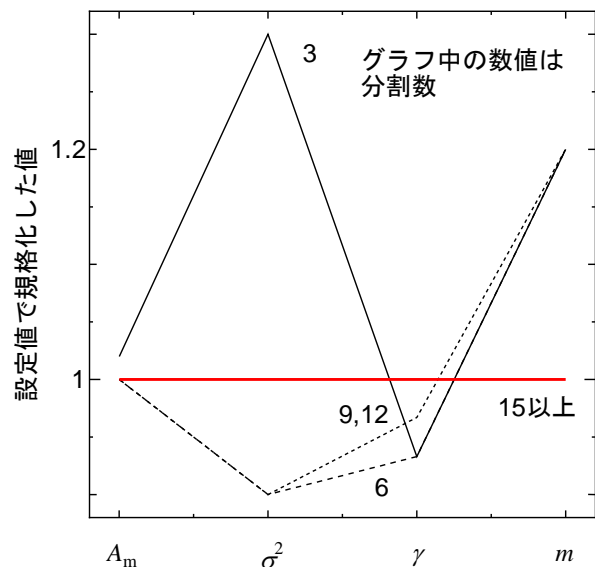


図1: パラメータの分散

参考文献

[1] 例えば、小田部ら, 第 61 回春季応物講演会, 2014, 19a-PG2-23