

学生番号	14232206	氏名	原田 將敬
論文題目	超伝導体の電界 - 電流密度特性の評価における計算最適化		

1. はじめに

超伝導体の性質を把握するために、電界-電流密度特性(E - J 特性)を知ることが重要である。 E - J 特性を理論的に求めるモデルとして、磁束クリープ・フローモデルが利用されている。その際、ピン力の最頻値、分布などを特定することが理論的な臨界電流密度の推定において重要になる。過去の研究では遺伝的アルゴリズムや最急降下法アルゴリズム、メッシュ法が用いられパラメータの推定が行われてきた。本研究では、メッシュ法を用いてより精度の高いパラメータの推定及び計算速度の向上を目的とする。

2. 解析

本研究ではパラメータの解析法としてメッシュ法を利用する。メッシュ法とは、ある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全てのパラメータの組み合わせにおいて計算を行い、それらより最適値を導き出すものである。

今回推定するパラメータは、ピン力の最頻値 A_m 、ピン力の分散 σ^2 、ピン力の磁場依存性 γ 、ピン力の温度依存性 m の4つである。この4つのパラメータを用いて得られた E - J 特性と実験で求められた E - J 特性を精度評価し、最適なパラメータを決定していく。精度評価方法として、

$$d = \frac{1}{N} \sum [\log(E_{\text{exp}}) - \log(E_{\text{theo}})]^2$$

の式を用いる。このとき、 d は評価値、 E_{exp} は実験値、 E_{theo} は理論値、 N はサンプル数である。

今回は、メッシュ法におけるパラメータの計算範囲を変更していき、パラメータの計算範囲と計算精度の関係性について考察する。

3. 結果

表1に始めに設定したピンニングパラメータの計算範囲を示す。また、今回計算に用いた試料は2種であり、それぞれを#1、#2とする。最初にパラメータの計算範囲を表1のように設定し、それぞれの試料における d を求める。

次に、それぞれの試料のパラメータの計算範囲を表2のように変更していき d を求める。このとき $A_{m\text{min}}$ 、 σ_{min}^2 、 γ_{min} 、 m_{min} は表1の計算範囲で得られた最も d の値が低いときの4種のパラメータである。表1、表2から求められた d を図1に示す。このとき、図の横軸の分割数とは積分区間の分割数のことであり、分割数3—210の間で計算を行っている。図1より、試料2種において評価値 d が低くなったことが分かる。このことから、精度の高いパラメータを得るには、計算範囲を変える必要があることが分かる。

表1: パラメータの計算範囲

	上限	下限
$\text{Log}_{10}(A_m)$	12	10
$\sigma^2(\times 10^{-2})$	1.5	0.5
$\gamma(\times 10^{-1})$	7.0	5.0
m	6.0	2.0

表2: 計算範囲の変更方法

上限	下限
$\log_{10}(A_{m\text{min}} + 0.5)$	$\log_{10}(A_{m\text{min}} - 0.5)$
$(\sigma_{\text{min}}^2 + 0.5) \times 10^{-2}$	$(\sigma_{\text{min}}^2 - 0.5) \times 10^{-2}$
$(\gamma_{\text{min}} + 0.5) \times 10^{-1}$	$(\gamma_{\text{min}} - 0.5) \times 10^{-1}$
$m_{\text{min}} + 0.5$	$m_{\text{min}} - 0.5$

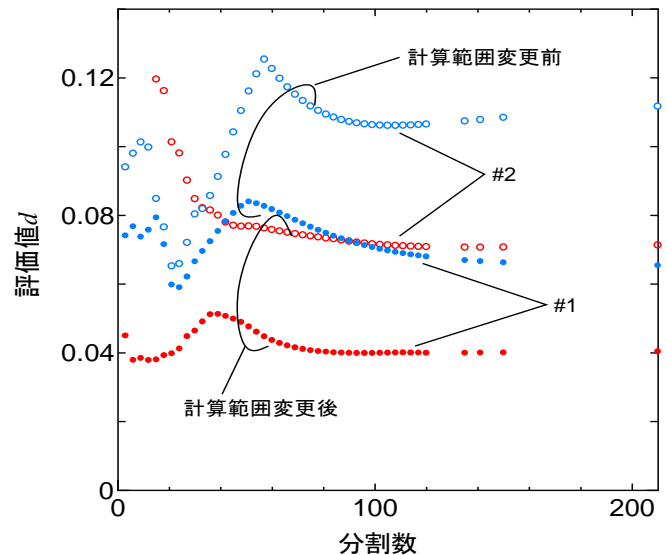


図1: 分割数を変更した時の評価値 d