

学生番号	10232080	氏名	増田 嘉道
論文題目	最急降下法を用いた超伝導の電界-電流密度特性評価の検討		

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<sup>[1]</sup>。実用化において、ピン力の最頻値や分布は理論的な臨界電流密度の推定において重要なパラメータである。前年度までは遺伝的アルゴリズムを用いてピンニングパラメータの解析を行っていたが、最急降下法を用いた方が短い時間でパラメータが求められる可能性がある。本研究では最急降下法を用いた場合のピンニングパラメータ推定の可能性の検討・実用化を目的とする。

2.実験

今回求めるパラメータは、ピン力の最頻値 $A_m$ 、ピン力の分散 $\sigma^2$ 、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 $\gamma$ の3つを推定する。今回は最急降下法を用いて仮想データの $E$ - $J$ 特性と実験データの $E$ - $J$ 特性のピンニングパラメータを求める。1回の解析において初期点は20個とし、パラメータのベクトル $\mathbf{x}^{(k)}$ の更新は $\mathbf{x}^{(k+1)} = \mathbf{x}^{(k)} - \alpha \times \text{grad}(d)$ とした。ここで距離 $d$ は

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

を用いた。但し、 $\alpha$ は1未満の定数、 $\beta$ は正の定数、測定値は $E_{\text{exp}}$ 、理論値は $E_{\text{theo}}$ 、実験時の測定回数は $N$ である。この時の初期点20個のうち、最も距離が小さくなったものを解とし、今回はこれを50回実行したものについて考察する。

3.実験結果及び考察

図1に仮想データのピンニングパラメータを推定した場合の解のパラメータの分散を、図2に実験データのピンニングパラメータを推定した場合の解のパラメータの分散を示す。これらの図は黒線の1本1本が計算結果を示している。また、縦軸はパラメータ毎にプロット範囲が異なり、その範囲は下のパラメータの列の上下に数値を示している。

図1に示すように、設定したパラメータを軸に上下にほぼ均等に分散している事がわかる。これより、十分な精度でピンニングパラメータを推定することに成功していると考えられる。また、図2においても実験データに近い $E$ - $J$ 特性が出るまで逐次代入することでパラメータを推定することで求めたパラメータと非常に近い値を示している。

次に表1にそれぞれの計算においてかかった時間の最小値、平均値、最大値を示す。逐次代入することによってパラメータを求める場合には30分以上

かかることもあることに対し、その1割程度の時間でほぼ正確に推定できることがわかる。

これらのことより、最急降下法を用いてパラメータを推定できる可能性があることがわかった。

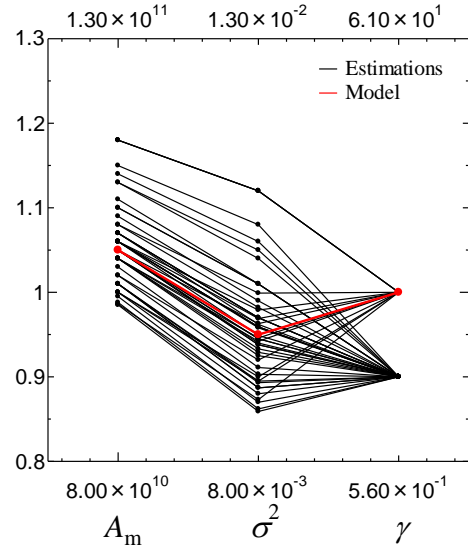


図1:仮想データにおけるパラメータの分散

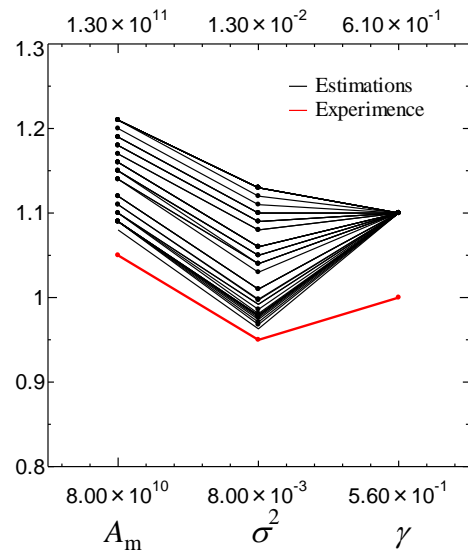


図2:実験データにおけるパラメータの分散

表1 計算時間

	最小[s]	平均[s]	最大[s]
3変数	73.4	150.5	259.8
実験	157.8	188.3	259.8

参考文献

[1] 松下照男、「磁束ピンニングと電磁現象」、産業図書 (1994)