

はじめに 現在、超伝導体は実用化の段階に入りつつある。そのなかでも近年、実用化に向けての期待が高まっているものに高温超伝導体がある。この中でも液体窒素温度で動作するものは、冷却コストの削減の面からも注目されている。しかし高温超伝導体には、高温領域における磁束クリープによる臨界電流特性の劣化が大きな問題として存在する。磁束クリープによる影響は磁束クリープ・フローモデル [1] により計算を行うことが可能であるが、計算するにあたって材料固有のパラメータを適切に設定する必要がある。これは現在、経験に頼って行っている部分が大きく、磁束クリープ・フローモデルでの解析の障害となっている。このパラメータの決定を遺伝的アルゴリズム (以下 GA) を用いて行うことが本研究の目的である。

解析方法 SQUID(超伝導量子干渉計) を用いて測定した電界-電流密度 (E - J) 特性に対し、パラメータの決定を行う。GA は実数値で行い、交叉にはブレンド交叉 (Blend Crossover, BLX- α) を用いることとした。これは図 1 のように、複数の親を頂点として作成された多次元直方体を両側に一定の割合で拡張した領域の内部から次の親を選ぶという方法である。なお、解析で用いるパラメータ、及び解析範囲を以下に示す。

- A_m : ピン力の最頻値を表す。この値が大きくなれば臨界電流密度 J_c は低下し、 E は上昇する。
解析範囲 : $1.0 \times 10^{11} \sim 1.0 \times 10^{12}$
- σ^2 : ピンの分散を表す。この値が大きくなれば J_c は上昇し、 E は低下する。
解析範囲 : $1.0 \times 10^{-3} \sim 1.0 \times 10^{-2}$
- γ : クリープがないと仮定したときの仮想的な臨界電流密度 J_{c0} の磁場依存性を示す。この値が大きくなれば低磁場における J_{c0} の磁場依存性が小さくなる。0~1 の範囲をとる。
解析範囲 : $1.0 \times 10^{-2} \sim 1.0$
- m : J_{c0} の温度依存性を示す。この値が大きくなれば低磁場における J_{c0} の温度依存性が大きくなる。
解析範囲 : 1.0~10
- g^2 : 磁束バンドル内の磁束数を示す。1 より大きな値をとる。
解析範囲 : 今回は 1 に固定。

結果及び課題 1000 世代を 1 回とする解析を 50 回行い、並行座標プロットを行った結果を図 2 に示す。各縦軸は変数ごとの軸になっており、それぞれの上限值と下限値は異なっている。各軸の点を結ぶ線は解の組

み合わせを示す。これより真の最適解があるであろう領域を絞り込むことができる。図 3 は SQUID による E - J の測定値と、解析による最適解の比較である。実験結果に対して近い結果が出ていることがわかる。今回計算した結果、完全なる収束は発生しなかったがある程度の解の傾向を見て取ることができた。これは全く未知の超伝導体の特性を推測することに役立つと考えられる。今後の課題としては収束率の向上がある。 γ や m に比べて A_m 、 σ^2 はばらつきが大きいように見える。これらを収束させるには評価関数の見直しが有効であると考えられる。

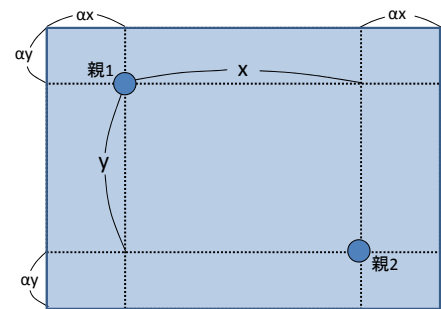


図 1: BLX- α イメージ

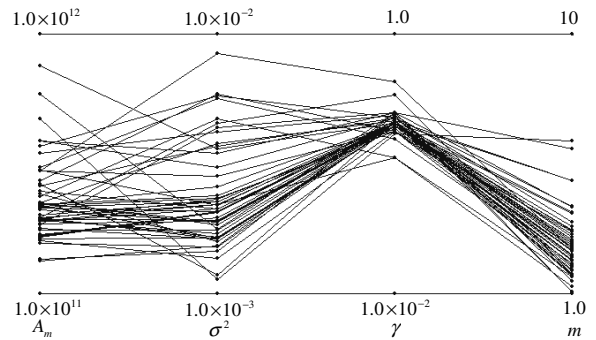


図 2: 平行座標プロット

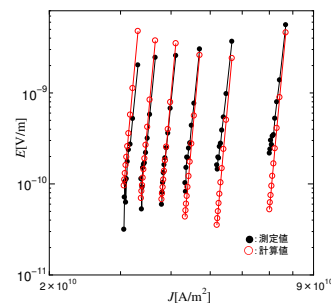


図 3: 解析による最適解

参考文献 [1] Matsushita, Appl. Phys. Lett. 56 (1990) 2039-2041.