

1. 背景と目的 現在、高温超伝導体の工学分野での応用に向け、盛んに研究が行われている。高温下での超伝導体の応用においては磁束クリープが及ぼす影響を考慮する必要があり、磁束クリープ・フローモデルを用いることによって解析可能である。しかし、解析を行う際に適切なパラメータの設定をしなければならない。前年度の研究から、遺伝的アルゴリズム (Genetic Algorithm, GA) を用いることによって磁束クリープ・フローモデルのパラメータの自動探索が可能となった [1]。GA を用いる場合、パラメータの組み合わせ等を個体とし遺伝的操作を施す。この個体が対象の問題の解としてどれだけ優れているかを評価関数を用いて判断する。そのため評価関数の設定が探索の精度、収束度及び探索時間を決めると言っても過言ではない。本研究では、GA を用いた磁束クリープ・フローモデルのパラメータの決定を行う際に用いる評価関数について検討し、パラメータ探索における解精度の向上や探索時間の短縮を図ることを目的とする。

2. 解析方法 今回求めるパラメータは、ピン力の強さの最頻値 A_m 、ピン力の分散を表す σ^2 、磁束クリープがないと仮定した場合の仮想的な臨界電流密度 J_{c0} の磁界依存性示す γ 及び温度依存性を示す m の 4 つである。以上の 4 つのパラメータを事前に設定し導出した電界-電流密度 (E - J) 特性のデータに対してパラメータの推定を行う。1 解析 100 世代とし、50 回の解析を行う。なお、今回比較する評価関数は評価 1-3 の 3 つである。前年度の評価関数である評価 1 は式 (1) で表され、評価値を P とする。実験値 (E_{exp}) と解析値 (E_{theo}) のずれを表す d_k の定義は図 1 のようになっている。評価 2 も式 (1) を用いるが d_k の定義は図 2 となっている。評価 3 は E - J 曲線の立ち上がりの鋭さを表す n 値を考慮した式 (2) を用い、 d_k の定義は図 1 の左のようになっている。

$$P = \sum_{k=1}^N d_k \quad (1)$$

$$P = \sum_{k=1}^N d_k \sum_{l=1}^M \frac{|n_{exp} - n_{theo}|}{n_{exp}} \quad (2)$$

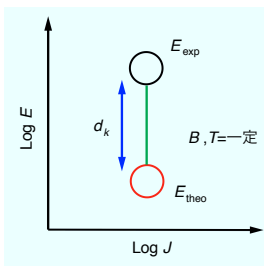


図 1: d_k の定義 1

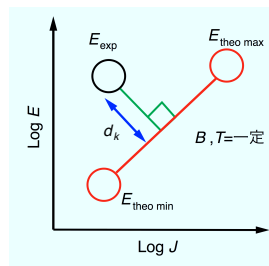


図 2: d_k の定義 2

3. 結果及び考察 図 3 は各評価での最良解の世代ごとの評価値の推移を示している。図 3 の評価 2、3 の評価値は評価 1 の評価関数で再評価した値である。表 1 は各評価でのパラメータを示している。図 3 から、評価 3 で解析を行った場合が最も評価値が良くなり、評価 1、評価 2 と続く。評価 3 についてだが、評価値は 3 つの評価の中で最も悪く、パラメータも最も最適解から遠い。しかし導出データが最大の E と最小の E の 2 点のみで良く、導出データ数を $2/N$ に落とすことができるといった特徴がある。これにより高速な解探索が可能である。評価 3 が最も良い結果が得られたのは表 1 に示すように A_m と σ^2 が他の評価より最適解に近づいたからである。 σ^2 は n 値を決定する重要な要素でもある。そのため、 n 値を考慮することにより σ^2 が最適解に近づいたと考えられる。また、 σ^2 の変化に伴い σ^2 と関係の強い A_m も最適解に近づいたと言える。

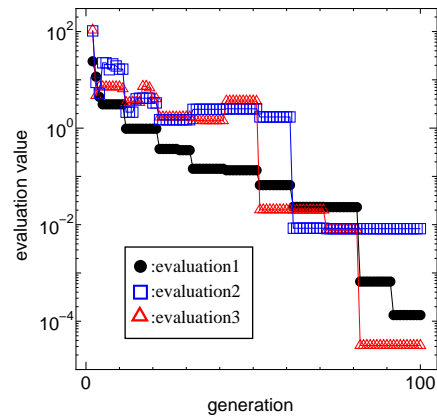


図 3: 各評価での世代ごとの評価値の推移

表 1: 各評価でのピンニングパラメータ

	A_m	σ^2	γ	m
評価 1	3.76×10^{11}	7.05×10^{-3}	6.50×10^{-1}	2.41
評価 2	3.07×10^{11}	4.90×10^{-3}	6.40×10^{-1}	2.39
評価 3	3.86×10^{11}	7.38×10^{-3}	6.50×10^{-1}	2.40
最適解	3.80×10^{11}	7.20×10^{-3}	6.50×10^{-1}	2.40

4. まとめ 評価関数を変更することにより、GA を用いた磁束クリープ・フローモデルのパラメータ探索において解精度の向上や探索時間の短縮を可能となった。

【参考文献】

[1] 枝本剛典、「遺伝的アルゴリズムを用いた磁束クリープ・フローモデルのパラメータ解析」、2009 年度九州工業大学情報工学部卒業論文