遺伝的アルゴリズムを用いた超伝導バルクの内部欠陥予測手法の検討

Internal defect prediction method of superconducting bulks by Genetic Algorithm

東京農工大学 ○(B4) 瀧谷 翠, (M2) 小原 拓也, 山本 明保

Tokyo Univ. of Agriculture and Technology, Midori Hamaya, Takuya Obara, Akiyasu Yamamoto

E-mail: s175609w@st.go.tuat.ac.jp

超伝導バルクは比較的小型のテスラ級強力磁石としての応用が期待されている。バルクの捕捉磁場特性は様々な要素に起因しているが、その1つにバルク内部の欠陥配置がある。現在ある評価方法では、バルク試料の切削加工と観察や、超伝導状態への冷却などを要する。そこで本研究では、切削や冷却を必要とせず、非破壊的に簡易な測定で得られるデータから遺伝的アルゴリズムを用いてバルク内部の欠陥配置を予測する手法の構築を検討した。遺伝的アルゴリズムとは、生物進化を真似た解探索手法であり、解を遺伝子で表す個体を複数用意し、それぞれを評価、またその評価に応じて個体を選択したのち交叉や突然変異といった操作を加え、より良い評価の解を探索していく。解の表現方法や評価関数を検討することで多種多様な問題に適用することが可能である。

本研究の内部欠陥予測手法は、実験で得られたデータをより再現する欠陥配置を探索することによって行う。実験データは、バルク表面に端子を付け電流を流し、表面の電位差を複数箇所測定したものをを用いることを検討した。遺伝的アルゴリズムにおける解の候補である個体は、バルクを細かな立方体に分割し、欠陥サイトを0、欠陥でないサイトを1とし、0と1の集合で表現した。また、個体を評価する方法として、予測された個体の欠陥配置から、実験と同一の箇所に端子を付けて電流を流した時のバルクの電位分布をシミュレーションし[1,2]、実験データと比較することで、評価関数(EV)を定式化することが出来る。実際に測定される電位差を V_{ex_i} 、予測した欠陥配置をもとにシミュレーションから計算した電位差を V_{alg_i} とすると、評価関数(EV)は次のように表される。

$$EV = \sum_i (V_{ex_i} - V_{alg_i})^2$$

差が小さいほど実際のバルク内部をより良く表現していることになるので、遺伝的アルゴリズムを用いて、以上の評価関数がより小さくなる個体を探索していく。また、遺伝的アルゴリズムの解探索における操作はランダム性が含まれており、同じ条件で計算したとしても全く同じ結果にはならないことを利用し、同じデータを用いて複数回欠陥配置予測を行い、その平均をとることで、欠陥の存在確率分布を予測した。

[1] 磯 孝斉, 小原 拓也, 山本 明保, 多点抵抗測定による超伝導バルク内部不均一性の非破壊検出手法の検討, 第66回応用物理学会春季学術講演会 (2019).

[2] T. Obara and A. Yamamoto: *Superconductor Science & Technology* **33**, 074004 1-7 (2020).