

キーワード

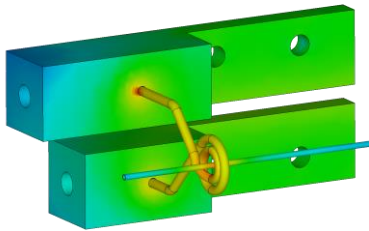
電磁界解析, 誘導加熱, 最適設計, 磁気ヒステリシス, 人工知能, 大規模計算

Electromagnetic field analysis, induction heating, optimal design, magnetic hysteresis, artificial intelligence, large-scale computation.

研究内容

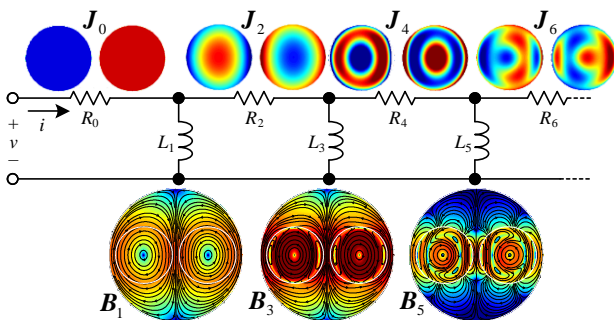
[1] 電磁界と連成するマルチフィジックス解析

- 金属 3D プリンタの登場により誘導加熱コイルの設計自由度は飛躍的に向上した。シミュレーションと最適化技術の発展に伴い、近年では、設計者の実験的試行錯誤では得られない形状のコイルを机上検討で設計できるようになっている。当研究室では、進化計算と流れ関数法を組み合わせることで最適なコイル形状を求める研究を行っている[1]。本研究は科研費 基盤研究(C)の助成を受けて研究を継続中である。



誘導加熱コイルのシミュレーション

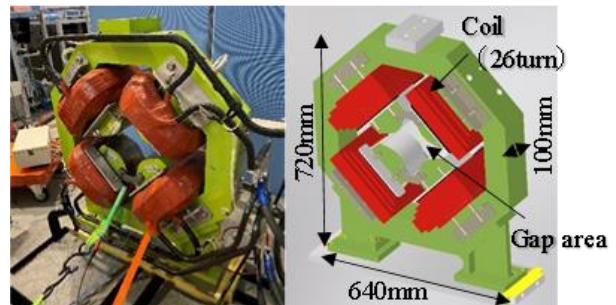
- 電磁界解析と制御設計を組み合わせた応用の一つに磁気浮上装置が挙げられる。磁気浮上装置における電磁力は一般的に非線形となるため、制御設計の難易度は高い。また、制御設計にはケーススタディを必要とするため電磁場解析の高速化(モデル縮約法)が求められる。このようなモデル縮約法の一つであるカウア梯子回路法を京都大学電磁エネルギー工学研究室と共同で開発している[2]。さらにカウア梯子回路法を発展させ、磁気浮上デバイスにも適用できる拡張法を提案した[3]。



カウア梯子回路法と対応する渦電流場モード

- 加速器用は電磁石が作る電磁場とビームの相対論

的力学の連成解析によって設計される。ビーム軌道は、微弱な磁場強度の変化にも影響を受けるため、磁気ヒステリシスの影響も十分に考慮を行う必要がある。当研究室では、加速器のビームコミッションにおいて磁気ヒステリシスモデル取り込み、効率化を図る研究を行っている[4]。本研究は、科研費 基盤研究(C)で行った後、パワーアカデミーからの助成を受けて継続中である。



ヒステリシス評価用の4極電磁石

[2] シミュレーションと AI 技術の融合

- 近年、生成系 AI の発展は目覚ましい。当研究室では、大規模言語モデルを活用した機器設計自動化システムの構築を目指した研究を進めている。その第一歩として、大規模言語モデルを用いたメッシュ自動生成システムの基礎検討を行った[5]。
- 東京大学情報基盤センターは「計算+データ+学習」融合に向けたスーパーコンピュータの活用を推進しており、当研究室もそのプロジェクトに参加している。また、在外研究中に構築したウィーン工科大との関係を活かし、現在、AI と連携した大規模計算環境の構築を現在進めている。

最近の業績

- [1] T. Fujita, K. Sugahara, "Shape Optimization for 3D Printed Induction Heating Coil", OIPE, 2023.
- [2] A. Kameari, H. Ebrahimi, K. Sugahara, Y. Shindo, and T. Matsuo, "Cauer ladder network representation of eddy-current fields for model order reduction using finite element method," *IEEE Trans. Magn.*, 2017.
- [3] K. Sugahara, N. Tanimoto, Y. Takahashi, T. Matsuo, "Cauer Ladder Network with Constant Basis Functions for Eddy Current Problems Involving Conductor Movement", *IEEE Trans. on Magn.*, vol 60, no. 3, 2024.
- [4] Y. Hane, T. Onchi, K. Sugahara, Nakamura, Y. Ishi, "Experimental Consideration on Influence of Magnetic After Effect on Gap Magnetic Field and Applicability of Conventional Hysteresis Models for Particle Accelerator Electromagnets"; *IEEEJ Trans. On Elec.* 2023.
- [5] 清水悠生, 菅原賢悟, 菅原圭子, "大規模言語モデルを活用した四角形メッシュの自動生成システムに関する基礎検討"; 電学研資, SA-24-012, 2024.