

ガウス過程回帰による最外殻磁気面同定 Outermost magnetic surface identification by Gaussian process regression

根本一輝¹, 永里和哉¹, 小林孝行², 筒井広明³
Nemoto Kazuki¹, Nagasato Kazuya¹, Kobayashi Takayuki², Tsutsui Hiroaki³

¹東工大融合系, ²職業大, ³東工大研究院
¹TSE Tokyo Tech, ²Polytechnic Univ, ³IIR Tokyo Tech

1 研究背景

核融合プラズマの形状ないし最外殻磁気面は、プラズマの平衡配位を決定づける重要な指標の一つである。

我々の研究室の所有する鉄芯のある小型トカマク装置PHiXでは、運転時に最外殻磁気面を算出する手法としてプラズマを数本の線電流と仮定し、そのフィラメント電流の作る磁束から磁気面を算出するフィラメント電流近似法を用いていた。しかしながらこの手法は磁性体が存在する場合には適用が難しい。

本研究では、磁気面再構成の既存の手法であるフィラメント電流近似法に代わる新たな手法としてガウス過程回帰を用いた磁気面再構成を提案した。

2 計算方法

本研究では、COMSOL Multiphysicsによってトカマク形状を簡易化したモデルを用いた[1]。このモデルでの対象とする構造物は、磁性体環境を作るブランケット、ポロイダル磁場、プラズマ電流である。得られたデータの一部を計測データとし、回帰を行った。

3 解析結果

まず本研究では、鉄心のない平衡解に対してガウス過程回帰を行い[2]、最外殻磁気面を求めた。この手法はPHiXにおいて十分な精度での近似が得られた。

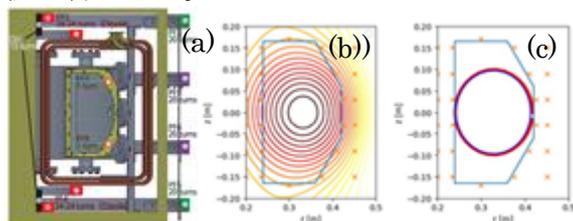


図1 (a)PHiXポロイダル断面図 (b)ガウス過程回帰によって算出された磁束の等高線 (c)最外殻磁気面

次に、COMSOLの解析結果を用いてガウス過程回帰を行った。比透磁率が大きくなる程磁場の

歪みは大きくなり、 $\mu_r=100$ (図2-b)では十分な回帰精度は得られなかった。

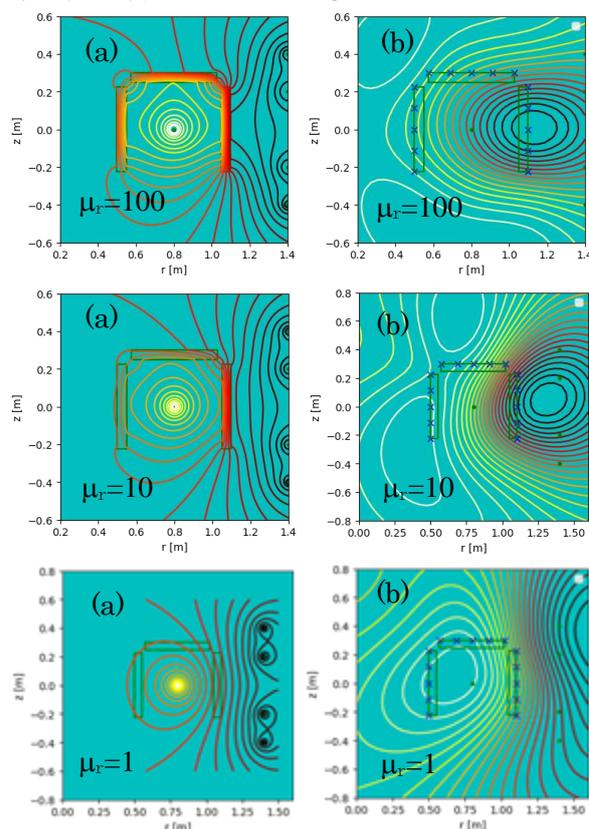


図2 (a)COMSOLで得られた等高線 (b)ガウス過程回帰によって算出された磁束の等高線

参考文献

- [1] T.Kobayahi, Model analysis of considering the influence of magnetic materials in tokamak-type devices, Tokyo Tech, (2016).
[2] D.Mochihashi, Ohane Naruyuki, Gaussian processes and machine-learning, Koudansha, (2019).