

ニューラルネットワークを用いた LHD プラズマの熱輸送モデリング

前田渉吾, 村上定義, 山口裕之^a, 横山雅之^a, LHD 実験グループ^a

京都大学工学研究科原子核工学専攻,

^a核融合科学研究所

核融合プラズマ中では様々な時間・空間スケールの物理現象が密接に関係しているため、核融合プラズマ中の現象を 1 つのモデルで再現することは計算資源・物理的定式化の両面で困難である。そのため、各々が 1 つの物理現象を再現するモジュールを組み合わせた統合シミュレーションコードが必要不可欠であり、ヘリカル型装置に対する統合シミュレーションコード TASK3D の開発が行われている。現在までに、TASK3D を用いて、主に大型ヘリカル装置(LHD)における軽水素実験との比較から熱・粒子輸送モデルの検証が行われ、イオン乱流輸送モデルに対しては gyro-Bohm(gradT)モデル、電子に対しては gyro-Bohm モデルを仮定した場合、LHD 実験をよく再現するという結果が得られた[1, 2].

しかしながら LHD では先行研究で取り扱った実験よりも非常に多くの実験がされており、上記のモデルでは実験の再現ができない場合もある。これは gB モデルでは再現できないプラズマのパラメータ領域が存在すると考えられる。したがって、幅広いプラズマパラメータに対応した熱輸送モデルが必要である。トカマク型の実験装置に対しては D3-D のデータを用いたニューラルネットワーク(NN)による熱流束 Q の予測が行われている[3]。本研究では NN を用いて LHD の熱輸送を予測する。

結果として、図 1 のように NN モデルの予測結果は実験値を比較的よく再現し、平均平方二乗誤差(RMSE)がイオンに対しては 3.91、電子に対しては 5.63 で予測できている。また、本発表では感度分析を用い、NN の予測結果に影響を与える主要な変数を検証した結果を発表する。

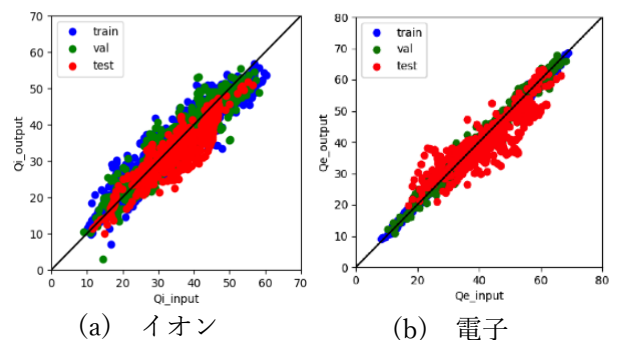


図 3. 熱流束の散布図. 横軸は熱流束の実験値で縦軸は NN の予測結果

参考文献

- [1] S. Murakami, et al., Plasma Phys. Control. Fusion 57(2015) 054009.
- [2] A.Sakai,etal.,PlasmaFusionResearch9(2014) 3403124.
- [3] O.Meneghini,PhysicsofPlasmas21(2014) 060702.