

Seeds キーワード：プラズマ計算科学, 機械学習

プラズマシミュレーションへの応用に向けた 物理情報に基づく機械学習に関する研究

もの創造系領域 電気電子工学ユニット
かわぐち さとる

川口 悟 助教



Phone:0143-46-5548 E-mail:skawaguchi@muroran-it.ac.jp
URL:https://u.muroran-it.ac.jp/crd/seeds/

物理情報に基づく機械学習

研究の目的



電気的な放電現象によって生成される気体放電プラズマは、機能性材料の合成、半導体製造等における微細加工、医療、農業など多岐にわたって応用されている。プラズマ中で生起する現象の解明ならびに応用に合わせてプラズマを自在に制御するための指針を得る上で、プラズマの数値シミュレーションが有効である。本研究では、物理情報に基づく機械学習を活用したボルツマン方程式の数値解法を開発し、プラズマシミュレーションへの応用を目指している。

研究の概要

機械学習によって微分方程式をメッシュフリーで解く

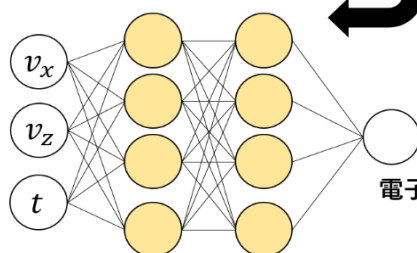
ボルツマン方程式の解となる電子速度分布関数をニューラルネットワークによって表現し、ボルツマン方程式(物理情報)を満たすように学習を行うことで、ボルツマン方程式の解を得る。ニューラルネットワークを用いることで、メッシュフリーで電子速度分布関数とその偏導関数を計算することができる。解となる関数そのものが得られるのが本手法の特長であり、任意の領域、任意の解像度で解を観察することができ、特異な電子輸送特性の発見や、その発見メカニズムを明らかにする上で有用となりうる。

$$\left(\frac{qE(t)}{m} \frac{\partial}{\partial v_z} + \frac{\partial}{\partial t} + \bar{R}_i(t) - J_c \right) f(v_x, v_z, t) = 0$$

入力データ

電子の速度
 v_x
 v_z

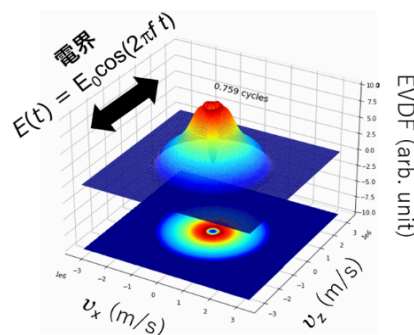
時刻
 t



微分方程式を学習

出力データ

$f(v_x, v_z, t)$
電子速度分布関数



微分方程式を学習したニューラルネットワークによる電子速度分布関数の予測

研究(開発)のアピールポイント

◆ 研究の新規性、独自性

- ・ データ + 物理法則(微分方程式)の利用による機械学習
- ・ 機械学習によって微分方程式をメッシュフリーで正確に解くこと.

◆ 研究に関連した特許の出願、登録状況

◆ 従来研究(技術)と比べての優位性

メッシュフリーで微分方程式を解くことができ、解となる関数そのものを得ることができる.

研究(開発)のビジョン・ステージ

◆ 適応分野

プラズマ理工学, 計算科学

◆ 研究のステージ

基礎段階

◆ 製品化、事業化のイメージ

プラズマシミュレーションの高速化, 計算負荷の削減

企業等へのご提案・メッセージ

◆ 研究(開発)に関連して、あるいはそれ以外に関われる業務

物理情報に基づく機械学習を活用した数値計算, 気体放電シミュレーション, モンテカルロ法シミュレーション

◆ 利用可能な設備、装置など

GPUワークステーション

◆ 教員からのメッセージ

物理情報に基づく機械学習, プラズマシミュレーションのための基礎データ(電子衝突断面積, 電子輸送係数など)など, お気軽にご相談ください.