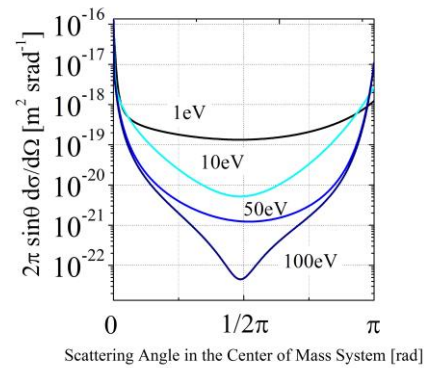


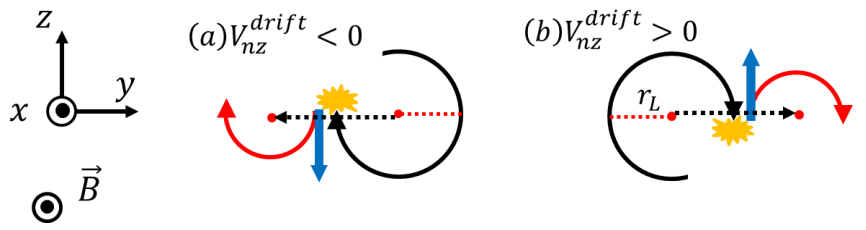
研究背景

- 核融合炉の実現に向けて、ダイバータ板にかかる熱負荷の低減は、最重要課題の一つとみなされている。
- イオン-中性粒子間で生じる弾性散乱は、小角度散乱が支配的なクーロン散乱とは違い、**大角度の散乱**も生じる^[1]。



重陽子-重水素原子間の微分弾性散乱断面積^[1]

大角度散乱輸送



- 大角度散乱により案内中心が移動することで粒子の輸送が生じる^[2]、多くの統合コードでは考慮されていない。
- 中性粒子が特定の方向に流速 v_n を持っている場合、案内中心は $\vec{v}_n \times \vec{B}$ 方向に移動し易いと考えられる。
- ダイバータ板に到達したイオンは中性化・反射されるので、中性粒子はダイバータ板から遠ざかる方向に流速を持つ^[3]。

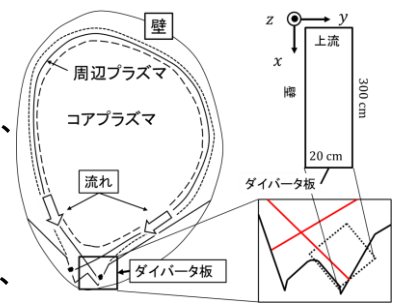
中性粒子が流速を有する場合に、大角度弾性散乱が粒子プロファイルや熱負荷に及ぼす影響を検討すること。

本研究の目的

本研究は、JST次世代研究者挑戦的研究プログラム JPMJSP2136 の支援を受けたものです。

解析モデル

- JT-60Uダイバータプラズマ領域を模擬した長方形の計算体型に対し、Braginskiiの流体方程式^[4]を解き、流速 u_i 、密度 n 、イオン温度 T_i 、電子温度 T_e を計算。
- 1で得た定常解を背景プラズマとし、重陽子に対して軌道計算を行い、密度・温度の定常解を得る。

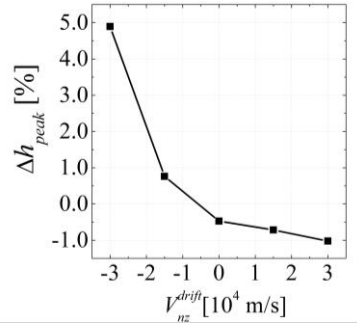


計算体系概念図

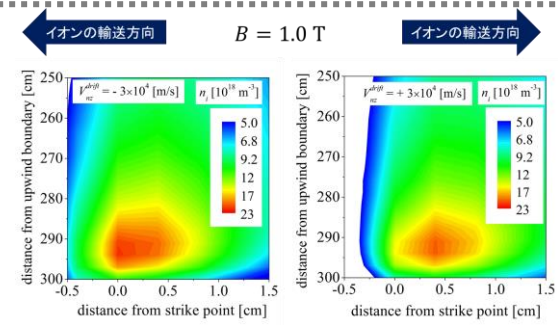
弾性散乱が生じた場合、微分断面積を適切に考慮して、散乱後の速度・案内中心を決定する^{[2][5]}。

結果

中性粒子の流速方向に依存した、大角度散乱輸送が確認された。



中性粒子流速と熱負荷ピーク変化量の関係



2次元密度分布

$$\Delta h_{peak} = \frac{h^{LST} - h^{non-LST}}{h^{non-LST}}, \quad h = \frac{3}{2} n_i T_i C_s, \quad C_s = \sqrt{\frac{2T_i}{m_i}}$$

$h^{non-LST}$: 大角度散乱による案内中心の移動を無視

中性粒子の流速方向次第で、熱負荷ピーク値は増減した。実際の装置では、熱負荷が減少する方向であると予想される。

[1] P.S. Krstić and D.R. Schultz: At. Plasma Mat. Interact. Data Fusion 8, (1992). [2] D. Umezaki and H. Matsuura PFR (2021). [3] N. Horsten CPP (2016). [4] S.I. Braginskii RPP (1965). [5] H. Matsuura and Y. Nakao POP (2006).