

複雑な流動・輸送現象の解明・予測・制御に向けた新しい流体科学
2021 年度採択研究代表者

2022 年度
年次報告書

岩田 夏弥

大阪大学 高等共創研究院
准教授

非平衡高エネルギー密度プラズマにおける流動・輸送現象の解明

研究成果の概要

プラズマ中では、荷電粒子と電磁場との非線形相互作用を通して多様な流動・輸送現象が引き起こされる。物質に高強度レーザー光を照射することで、非平衡な高エネルギー密度プラズマを生成することが可能であり、この系ではプラズマが自己生成する強い電磁場とプラズマ粒子群の流動が相互作用しながら構造発展する。そこで現れる高エネルギー粒子加速や強磁場生成などをともなう特異な輸送現象や、電磁場を介した衝撃波形成、プラズマ膨張などの流動現象は、マイクロからマクロの時空間スケールでの物理過程が複合して起こるため、モデル化が難しい。本研究ではこのような高エネルギー密度プラズマ中での複雑現象の物理を理解するために、マイクロなプラズマ粒子運動とマクロなプラズマ流動現象の間をつなぐメソスケール領域の理論・シミュレーション研究を行っている。

本年度は、プラズマ中でのマイクロな個々の電子運動の結果として現れる、準定常な電子分布の形状について統計的手法に基づくモデル構築を進めるとともに、それらの電子が受ける力を決定するプラズマ中の自己生成電磁場の発展について解析した。上述の電子運動と比べて長時間スケールでは、イオンの集団運動等による流動・輸送が重要となり、これに伴いプラズマが自己生成する高エネルギー密度の電磁場の構造が変化していく。電磁場発展を含めたプラズマダイナミクスを明らかにするための多次元プラズマ粒子シミュレーションを実施し、電子運動及びプラズマ内部のエネルギー輸送に重要となる統計的散乱過程を特定した。また、プラズマの密度ギャップ近傍に生成される自己生成電磁場が関与する電子の高エネルギー加速機構を明らかにし、高密度プラズマ内部の高速な熱の輸送に関する理論モデル構築に貢献した。さらに、来年度実施を予定している、電子分布に関する統計的モデルのレーザー実験による検証に向けた準備を、国内外の共同研究者とともに進めた。

【代表的な原著論文情報】

- 1) N. Higashi, N. Iwata, T. Sano, K. Mima, and Y. Sentoku, “Isochoric heating of solid-density plasmas beyond keV temperature by fast thermal diffusion with relativistic picosecond laser light”, *Physical Review E* 105, 055202 (2022),
- 2) Y. Arikawa, A. Morace, Y. Abe, N. Iwata et al., “Demonstration of efficient relativistic electron acceleration by surface plasmonics with sequential target processing using high repetition lasers”, *Physical Review Research* 5, 013062 (2023)