

2023 年度年次報告書

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

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

プラズマは、大量の荷電粒子が電磁場を介して相互作用を行う物質状態である。マクロには準中性の電磁流体として記述されるが、マイクロな粒子相互作用が支配する流動・輸送現象も多く存在する。特に、物質に高強度レーザー光を照射することで生み出される高エネルギー密度プラズマは、熱平衡から遠く離れた非平衡状態にあり、プラズマ粒子群の運動とそれにより生成される電磁場がダイナミックに構造変化していく。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。本研究は、このような非平衡高エネルギー密度プラズマにおける流動・輸送現象の物理を解明するため、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理論モデル構築を行うことを目的としている。

2023年度は、高強度レーザー光照射下のプラズマ中の非熱的電子の統計的振る舞いによる電子閉じ込め効果に関するモデル検証のため、大型レーザーを用いた実験を実施した。関連して、閉じ込めが起こる際に放出されるイオンのエネルギーを説明する理論モデルを構築した(原著論文2)。また、非熱的電子が駆動する高密度プラズマ中でのエネルギー輸送現象の解析を進め、プラズマの集団性を表すパラメータとエネルギー輸送の構造に強い相関があることを見出した。照射する光の強度が強い場合には、電子からの輻射を伴うエネルギー輸送において生成される陽電子が選択的加速を受けることが明らかになった(原著論文1)。さらに、本研究の流体科学としての位置付けを、高エネルギー密度プラズマ研究における流体領域の理論・シミュレーション・実験の専門家らと議論し解説記事にまとめた(原著論文3)。

### 【代表的な原著論文情報】

- 1) K. Sugimoto, Y. He, N. Iwata, I-L. Yeh, K. Tangtharakul, A. Arefiev, and Y. Sentoku, “Positron generation and acceleration in a self-organized photon collider enabled by an ultra-intense laser pulse”, *Physical Review Letters* **131**, 065102 (2023)
- 2) N. Iwata *et al.*, *High Energy Density Physics*, submitted.
- 3) 岩田夏弥, 砂原淳, “パワーレーザーによる動的な非平衡プラズマ物理の探求”, *プラズマ・核融合学会誌* **99**, 177 (2023)