

背景磁場中のワイベル不安定性の非線形発展

Nonlinear evolution of Weibel instabilities in the presence of an ambient magnetic field

蔵満康浩

Yasuhiro Kuramitsu

大阪大学

Osaka University

1 本文

我々は大型レーザーを用いて宇宙の現象を実験室で模擬する実験室宇宙物理を展開してきた [1]。プラズマジェット [2] や無衝突衝撃波 [3, 4]、流体不安定性 [5, 6] 等のマクロな現象から、マクロな現象の中のミクロな物理としての電子スケールの磁気リコネクション [7, 8] 等を、ナノ秒のいわゆるロングパルスレーザーを用いて実験的に研究してきた。これらと並行し、ピコ秒からフェムト秒のショートパルス、高強度レーザーを用いた相対論的な電子加速 [9, 10] や準相対論的なイオン加速 [11]、さらにはインジェクションをコントロールすることで相対論的なイオン加速を目指した研究も展開している [12]。また、これら一連の研究を支える、ターゲット開発 [13] と計測器開発にも注力してきた。例えば非平衡、非線形、非定常なプラズマを捉えるための非平衡トムソン散乱 [15] や、核物理や宇宙線計測で用いられるシンチレータベースの相対論的粒子計測器の開発も行っている [16]。

これまでに得られた知見を統合し、今後の中長期的な実験計画として、背景磁場が存在する場合のワイベル不安定性の非線形発展を高強度レーザーを用いて実現する。このために必要な要素は、準相対論的な対向プラズマ流を生成することと、これに同期した強磁場生成、さらに電磁場とプラズマの高時間空間分解計測である。本講演では、現在我々が進めているグラフェンを用いた高エネルギーイオン生成実験 [11] から、超短パルスを用いたプラズマのトムソン散乱計測、固体飛跡 [17] とインフォマティックスを用いたベクトル電磁場の3次元再構築、シンチレータを用いた相対論的な粒子計測 [16] について紹介する。

References

- [1] H. Takabe, Y. Kuramitsu, Recent progress of laboratory astrophysics with intense lasers, *High Power Laser Sci. Engineering* 9 (2021) e49.
- [2] Y. Kuramitsu, et al., Jet Formation in Counterstreaming Collisionless Plasmas, *Astrophys. J. Lett.* 707 (2009) L137.
- [3] Y. Kuramitsu, et al., Time Evolution of Collisionless Shock in Counterstreaming Laser Produced Plasmas, *Phys. Rev. Lett.* 106 (2011) 175002.
- [4] Y. Kuramitsu, et al., Kelvin-helmholtz turbulence associated with collisionless shocks in laser produced plasmas, *Phys. Rev. Lett.* 108 (2012) 195004.
- [5] Y. Kuramitsu, et al., Time evolution of kelvin-helmholtz vortices associated with collisionless shocks in laser-produced plasmas, *Astrophys. J.* 828 (2016) 93.
- [6] Y. Kuramitsu, et al., Model experiment of magnetic field amplification in laser-produced plasmas via the richtmyer-meshkov instability, *Phys. Plasmas* 23 (2016) 032126.
- [7] Y. Kuramitsu, et al., Magnetic reconnection driven by electron dynamics, *Nat. Commun.* 9 (2018) 5109.
- [8] K. Sakai, et al., Direct observations of pure electron outflow in magnetic reconnection, *Sci. Rep.* 12 (2022) 10921.
- [9] Y. Kuramitsu, et al., Nonthermal Acceleration of Charged Particles due to an Incoherent Wakefield Induced by a Large-Amplitude Light Pulse, *ApJ* 682 (2008) L113.
- [10] Y. Kuramitsu, et al., Model experiment of cosmic ray acceleration due to an incoherent wakefield induced by an intense laser pulse, *Phys. Plasmas* 18 (2011) 010701.
- [11] Y. Kuramitsu, et al., Robustness of large-area suspended graphene under interaction with intense laser, *Sci. Rep.* 12 (2022) 2346.
- [12] S. Isayama, et al., Efficient hybrid acceleration scheme for generating 100 mev protons with tabletop dual-laser pulses, *Phys. Plasmas* 28 (2021) 073101.
- [13] N. Khasanah, et al., Large-area suspended graphene as a laser target to produce an energetic ion beam, *High Power Laser Sci. Engineering* 5 (2017) e18.
- [14] Y.-T. Liao, et al., Exploring the mechanical properties of nanometer-thick elastic films through micro-drop impinging on large-area suspended graphene, *Nanoscale* 14 (2022) 42.
- [15] K. Sakai, et al., Collective thomson scattering in non-equilibrium laser produced two-stream plasmas, *Phys. Plasmas* 27 (2020) 103104.
- [16] Y. Abe, et al., A multi-stage scintillation counter for gev-scale multi-species ion spectroscopy in laser-driven particle acceleration experiments, *Rev. Sci. Instruments* 93 (2022) 063502.
- [17] T. Hihara, et al., Discriminative detection of laser-accelerated multi-mev carbon ions utilizing solid state nuclear track detectors, *Sci. Rep.* 11 (2021) 16283.