

ヘリコン波動の伝搬とモード変換、プラズマ加熱過程のシミュレーション Helicon wave propagation, mode conversion, and plasma heating

諫山 翔伍^{1*}; 羽田 亨¹; 谷川 隆夫²; 篠原 俊二郎³
ISAYAMA, Shogo^{1*}; HADA, Tohru¹; TANIKAWA, Takao²; SHINOHARA, Shunjiro³

¹九州大学総合理工学府, ²東海大学総合科学技術研究所, ³東京農工大学大学院工学研究院

¹Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu University, ²Research Institute of Science and Technology Tokai University,

³Tokyo University of Agriculture and Technology, Institute of Engineering

ヘリコンプラズマは、アルゴンなどの中性ガス中に電磁波であるヘリコン波（有限境界がある場合のホイスラー波）を励起して生成するプラズマである。室内で高効率に低温、高密度のプラズマを生成できるため、プラズマプロセスや電機推進機関など、広い範囲での応用が期待されている。一方で、波動現象とプラズマ生成機構について更なる物理的理解が求められている。ヘリコンプラズマ生成の主なメカニズムとしては、ヘリコン波動の分散関係、衝突・無衝突によるプラズマの加熱、中性粒子の電離・再結合を考慮した分散関係の時間発展が挙げられる。

本発表ではヘリコンプラズマ生成を理解する上での初期段階として、ヘリコン波動の伝搬とモード変換、プラズマ加熱過程について議論する。Shamrai (1996) によれば、ヘリコン波は静電的な波である Trivelpiece-Gould (TG) 波へ線形モード変換し、モード変換によって生じた TG 波が強減衰し、高効率に電子を加熱する。しかし実際は、モード変換効率、TG 波の励起は散逸の大きさに強く依存する。ここでは、流体シミュレーション、PIC シミュレーションを用いて、モード変換効率、波動減衰、波動-粒子相互作用によるプラズマ加熱について議論する。また、ヘリコン波の直接的な減衰が、実際の実験における状況下でのプラズマ加熱で主要な役割を果たしていることを示す。

キーワード: ヘリコンプラズマ, ヘリコン波, TG (Trivelpiece-Gould) 波, モード変換, PIC シミュレーション
Keywords: Helicon plasma, Helicon wave, TG(Trivelpiece-Gould) wave, Mode conversion, PIC simulation