

W23b 対向伝播する大振幅アルフベン波によるプラズマ加熱と相対論的粒子加速

佐野孝好 (大阪大学), 諫山翔伍, 松清修一 (九州大学)

我々は、電子-イオンプラズマ中で、磁力線に沿って対向伝播する円偏光電磁波の作る定在波によって、非相対論的な速度のすべての電子が相対論的速度にまで効率的に加速されることを理論的に示した (Isayama et al. ApJ 2023; Sano et al. PRE 2024)。そこで、高速電波バースト (FRB) に関連する強磁場中性子星周辺で想定される電子-陽電子プラズマ中のアルフベン波でも、同様な現象が起こるかどうかを Particle-in-Cell (PIC) シミュレーションを用いて数値的に検証した。その結果、背景磁場の強度よりも電磁波の振幅が大きい場合に、直線偏光のアルフベン波の作る定在波中で電子・陽電子ともに MeV 以上のエネルギーに効率的に加速されることが明らかになった。さらに、放射減衰を考慮したシミュレーションでは、相対論的粒子がガンマ線を放射することで、元々の電磁波のエネルギーの大部分がガンマ線放射に変換される。このガンマ線放射によって電子・陽電子が対生成することも期待され、激しいエネルギー変換過程が極短時間に実現する可能性が示唆される。本講演では、このような物理過程の詳細や、これが実現する条件、FRB モデルにおける重要性などについて紹介する。

また、電子-陽電子プラズマ中で、磁力線に沿って伝播する直線偏光、及び、円偏光電磁波の伝播特性についても詳しく解析した。例えば、真空からプラズマ中へと伝播する電磁波の場合、透過や反射、またはプラズマを押しつけて侵入など、波の振幅に依存して様々な振る舞いが存在することが明らかになった。本講演では、それらの特性の物理的解釈や発生条件について報告する。さらに、「レーザー宇宙物理学」の新しい実験テーマとして、将来的に大型レーザー実験で原理実証が可能かどうかについても議論する。