

マグネター磁気圏における高速電波バーストの誘導散乱

○西浦 怜¹ 上島 翔真¹ 井岡 邦仁¹ 岩本 昌倫² (1.京都大学 2.神戸大学)

高速電波バースト (Fast Radio Burst, FRB) は宇宙で最も明るい電波突発現象の1つであるが、その起源と中心エンジンは未解明である。2020年のFRBと銀河系内マグネターX線バーストの関連は、マグネターが少なくとも一部のFRBソースであることを示した。一方で、放射領域が磁気圏スケールに近いという観測的示唆があるにもかかわらず、磁気圏内で生成されたFRBは誘導散乱により強く減衰し、脱出できない可能性がある。この緊張を解くため、我々は強磁化電子・陽電子ペアプラズマにおける誘導散乱の運動論的解析理論を初めて構築した。密度ゆらぎの ordinary、neutral、charged の3モードが散乱を担い得ることを示し、強磁場が非磁化の場合に対してプラズマ応答を質的に変え、粒子運動の拘束とデバイ遮蔽が散乱を強く抑制し得ることを明らかにした。これに続いて本研究では、磁化ペアプラズマ中を伝播する円偏波Alfvén波の1次元Particle-in-Cellシミュレーションにより理論を検証した。neutral/charged両モードの線形成長率は概ね2倍以内で再現され、非線形発展では、分布関数のプラトー形成により低レベルで飽和する partial scattering と、入射波エネルギーが散乱波へ移行して強い減衰を起こす full scattering の2種類の振る舞いを確認した。また、その分岐を支配する物理的機構と解析的判定基準を導出した。マグネター磁気圏への適用では、典型的光度のFRBは広い密度範囲で線形成長を避けられないが、非線形進化は主に密度で分岐する。高密度では full scattering による強い減衰が起こり得る一方、中程度以下の密度では partial scattering によりFRBが限定的な減衰で脱出できる。この結果は、磁気圏起源モデルと誘導散乱減衰の緊張を緩和しうる。