

Q11c プラズマ粒子シミュレーションを用いた無衝突衝撃波遷移層の構造のベータ依存性の研究

篠田理人, 山崎了 (青山学院大学), 梅田隆行 (名古屋大学)

超新星残骸などに普遍的に存在する無衝突衝撃波において、荷電粒子である宇宙線は、衝撃波面付近にできる電磁波動の乱流中を拡散的に運動し、一部の粒子は衝撃波面を超えて何度も往復することで加速される(フェルミ加速)。無衝突衝撃波の遷移層付近での運動論的プラズマ過程を解明するために、Umeda & Yamazaki (2006) から始まる一連の研究では、高効率の計算手法を取り入れた2次元電磁粒子コードを開発し、衝撃波の発展を衝撃波静止系で追うことに成功した。それを用いて、主に低マッハ数の無衝突衝撃波近傍での波動励起過程、特に、イオン温度非等方不安定による衝撃波面のリップル形成について研究してきた。低マッハ数の衝撃波は、古い超新星残骸や銀河団衝撃波などに存在する。また、若い超新星残骸に見られる高マッハ数の宇宙線変性衝撃波においても、低マッハ数のサブ・ショック面が存在する可能性も指摘されている。しかし、これまでのシミュレーションでは比較的小さなプラズマ・ベータ β をもつ上流媒質中を伝播する衝撃波に対しておこなわれたものであり、上述の天体衝撃波の特徴とは必ずしも一致せず、もっと高いベータ値に対する衝撃波の計算が必要である。

本発表では、アルフベンマッハ数 $M_A = 4, 6$, $\beta = 0.08, 0.32, 1.28$ の垂直衝撃波についてのプラズマ電磁粒子シミュレーションの解析結果を示す。特に、イオン温度非等方不安定の起源に迫るため、衝撃波遷移層の磁場が急激に増大するランプ領域付近での磁場に垂直方向のイオン温度 T_{\perp} について考察した。その結果、 T_{\perp} は M_A^2/β に比例するという解析的な見積もりとほぼ一致することがわかった。この結果は、今後、様々な無衝突衝撃波での温度の見積もりにつながると期待される。