

多種イオンプラズマ中の超臨界垂直衝撃波構造の準周期的変動

Quasi-periodic variation of the supercritical perpendicular shock structure in a two-ion-species plasma

寺田 直樹[1], 町田 忍[2]

Naoki Terada[1], Shinobu Machida[2]

[1] 京大・理・地球物理, [2] 京大・理・地球惑星

[1] Department of Geophysics, Kyoto Univ., [2] Dept. of Geophys., Kyoto Univ.

<http://www-step.kugi.kyoto-u.ac.jp/~teradan/>

多種イオンプラズマ中を伝搬する超臨界垂直衝撃波において、プラズマ中に含まれる重イオンの数密度比が増加するに伴い、衝撃波構造が準周期的な変動を示すことを見い出した。この現象は、衝撃波遷移領域での電磁場に対する応答の違いから生じたプロトン流と重イオン流の速度差を自由エネルギー源として、2流体不安定性が発生することに起因している。不安定性の成長に伴い、磁気音波が衝撃波下流域で発生し、これが衝撃波面に衝突することにより、衝撃波構造の変動が起こることが示された。

多種イオンプラズマ中を伝搬する超臨界垂直衝撃波を、一次元の電磁ハイブリッドコードによる数値シミュレーションを用いて解析を行った。その結果、入射プラズマ中に含まれる重イオンの数密度比が増加するに伴い、衝撃波構造が準周期的な変動を示すことを見い出した。衝撃波下流領域を模擬した数値シミュレーションによる解析を行うことにより、この現象は、衝撃波遷移領域での電磁場に対する応答の違いから生じたプロトン流と重イオン流の速度差を自由エネルギー源として、2流体不安定性が発生することに起因していることが明らかとなった。本不安定性は、衝撃波下流域の重イオンのサイクロイド軌道の「節」の付近で生じており、そこでは不安定性が成長した段階でプロトン流の減速が起こり、それに伴って磁気音波が発生し、衝撃波面に向けて伝搬していくのが観測される。この磁気音波が衝撃波面に衝突すると、衝撃波面の振幅の増大が起こり、それにより衝撃波の伝搬速度が一時的に増加する。この伝搬速度の一時的な増加が止み、衝撃波下流域で再び不安定性の発生条件が満たされると、上述のプロセスが繰り返されることになることが判明した。