

J66a 相対論的抵抗性 MHD 方程式の因果律

小出眞路，森野了悟（熊本大学）

一般相対論的理想 MHD 数値計算によりブラックホール磁気圏では薄い電流層を伴った反平行磁場が自然に形成されることが示されてきた (Koide, Kudoh, Shibata 2006, McKinney 2006)。これはブラックホール磁気圏で磁気リコネクションが頻繁に起こることを示唆している。ブラックホール磁気圏の磁気リコネクションを取り扱うためには、電気抵抗を考慮した相対論的 MHD (RRMHD) を用いる必要がある。しかし、RRMHD の標準的な方程式では電磁波の群速度が光速を超え、その因果律の問題が取りざたされてきた (小出, 天文学会 2009 年春季年会)。例えば、相対論的速度で一様に流れる有限電気抵抗のプラズマに向かって電磁波の波束を入射すると、その波束の振幅が増大するという現象が憶測された。これは、静止したプラズマ中の波束が減衰する現象の時間反転であり、エントロピーは減少する。このように憶測される不自然な現象のため標準的 RRMHD 方程式はひろく一般に使われることはなかった。

今回、そのような現象が標準的 RRMHD 方程式で起こるか否かを検証するために、プラズマ中を伝播する電磁波の波束の RRMHD 数値計算を行った。まず、プラズマが静止している場合は波束が光速を超えた群速度で伝播していくことを確認した。次に、因果律を破るような流れの十分速いプラズマに逆らって進む波束の数値計算を試みようとした。そこではじめて初期条件が設定できないことが明らかになった。すなわち、そのような場合の電磁波の波形はプラズマの下流に向かって無限に増大し、波束を構成できない。このことは、電磁波の群速度が光速を超えても因果律に反する現象は起こらず、標準的 RRMHD 方程式に因果律の問題はないことを明確に示している。今後、標準的 RRMHD を用いた数値計算が盛んに行われることが期待される。