

S01a 自転ブラックホールのまわりのアルベン波の1次元フォースフリー数値計算

小出眞路 (熊本大)、野田宗佑 (都城高専)、高橋真聡 (愛知教育大)

自転するブラックホール(カーブラックホール)まわりのプラズマに関する一般相対論的電磁流体力学(GRMHD)数値計算の示すプラズマの挙動は複雑である(例えば, B. Ripperda, F. Bacchini, & A. A. Philippov 2020)。それらのプラズマの動きは様々な物理過程が複雑に絡み合い生じている。その中でもアルベン波の伝搬は基本的であるが、ブラックホールまわりでの伝搬については十分に理解されていない。われわれは最も単純なモデル(フォースフリー、赤道面付近、摂動論)について解析的手法(T. Uchida 1996, 1997; S. Noda, Y. Nambu, T. Tsukamoto, M. Takahashi 2022)と数値計算(S. Koide, M. Takahashi, S. Noda, Y. Nambu 2022)を用いてブラックホールまわりでのアルベン波の伝搬について調べ、興味深い奇妙な物理過程を見出した。

アルベン波の背景磁場はNoda et. al (2022)と同じ定常解を用いた。具体的には以下の特筆すべき現象を見出した(以下、 Ω_F , Ω_H は磁力線および地平面の角速度、 r_H は地平面半径である) (i) $\frac{2M}{2M+r_H}\Omega_H < \Omega_F < \frac{2M}{2M-r_H}\Omega_H$ のとき、短波長のアルベン波は外側の光面(light surface, LS)の外に十分遠方で不安定になる。(ii) アルベン波は速い磁気音波を誘起する。アルベン波と速い磁気音波のエネルギーの和は保存する。(iii) $\Omega_F \geq \Omega_H$ のとき、外向きに伝播するアルベン波は外側のLSを横切ることができない。反射は起こらずに無限にLSに近づいてゆく。(iv) $\Omega_F < \Omega_H$ のときは、外向きに伝播するアルベン波はLSを難なく横切る。(v) 誘起された速い磁気音波は常にLSを難なく横切る。(vi) 内向きに伝播するアルベン波は内側のLS付近で反射が起こり得る。(ii)については外側ほど先行する磁力線がLSの外側あるとして説明されるが、このような状況は実現できないのかもしれない。講演では得られた結果のいくつかについて述べ、フォースフリー近似の限界についても言及する。