W03a　BTZ ブラックストリングまわりの磁気圏中を伝播するアルベン波の数値計算

小出眞路（熊本大学)、野田宗佑（都城高専)、高橋真聡（愛知教育大学)、南部保貞（名古屋大学）

M87 活動銀河核に見られるような相対論的宇宙ジェットは、一般相対論的電磁流体力学の数値シミュレーションにより、自転するブラックホールの空間の引きずり効果により誘起されるねじれアルベン波で生成維持されているとされている。これに限らず、ブラックホールの周りではアルベン波が励起され、高エネルギー天体現象を担っており、ブラックホール周りでのアルベン波の基本的物理を明らかにすることは重要である。S. Noda, Y. Nambu,T. Tsukamono, M. Takahashi (2020) は BTZ ブラックストリングと呼ばれる z 方向に伸びた円筒状の地平面をもつ時空におけるフォースフリー磁気圏を考え、z 方向に振動するアルベン波の線形波動方程式を導出した。その方程式により、エルゴ領域内にアルベン波の伝播速度が急に変化する面があり、そこでアルベン波が増幅反射（超放射）を起こしうることを示した。相対論的なアルベン波のエネルギー輸送は単純でないことがわかる。

我々は、アルベン波のエネルギー輸送を調べるために Noda ら (2020) の線形波動方程式により数値計算（FFMD 計算）を行なった。計算の結果、アルベン波のエネルギーは背景磁力線に沿って伝播するにつれて単調に増大あるいは減少することが分かった。特に、Blandford–Znajek 機構が働くような湾曲・回転している磁力線に沿って外側に向かって伝播するアルベン波のエネルギーはエルゴ領域内で伝播するにつれ増大した。これは、アルベン波が角運動量をもつという特殊相対論的効果により説明される。アルベン波の得るエネルギーは背景磁力線からのトルクの仕事による。逆に磁力線もこのトルクの反作用により方位角方向に振動する波が誘起される。この波のエネルギーとアルベン波のエネルギーの和は保存する。また、その方位角方向の振幅は２次の摂動であり、アルベン波本体に線形な影響を与えない。FFMD 数値計算手法および解析結果の詳細については、講演で述べる。