

平成13年度計算機共同利用成果報告

カテゴリ: B — プロジェクト名: htk02b — 研究代表者: 桑原匠史
Email (office): takuhito@fermi.phy.ncu.edu.tw

要旨

平成13年度プロジェクトグループ名「htk02b」で採択された研究成果報告をする。

報告の要旨は以下の通りである。

- 我々は初期に降着円盤が大局的な磁場に貫かれている場合のMHDジェット形成に関する計算で降着円盤内で発達する磁気回転不安定性により円盤内部が磁気乱流状態になり、磁気拡散の効果が重要になると考え、その効果を取り入れた計算により、大きくわけて2つ特徴的なジェットが形成される事が判明し、その加速機構について研究してきたわけだが、従来の加速力の解析だけでは説明に不十分なため、更に詳しい解析を行なった。
- 新たにCIP-MOCCTスキームを用いた3次元コードを作成したのでそれに関する報告を行なう。

1 ジェット噴出点付近における加速機構について

Kuwabara et al. 2000 において磁気拡散の効果の大きさの違いにより、間欠的な質量放出が起きる場合と、連続的な質量放出が起きしばらくすると準定常状態に落ち着く場合があること発見した。我々はこの質量放出の形態の違いがジェットの加速機構によるものではないかと考え、ジェットを加速させている力の定量的解析を過去に行ったが、それだけでは不十分だった為、更に詳しい解析を行なった。

解析は数値計算領域にラグランジアン粒子を配置し、粒子の位置する場所での角運動量を調べ、粒子がジェットとして加速され始める時間における。ローレンツ力分布、ガス圧分布を表示させる事により行なった

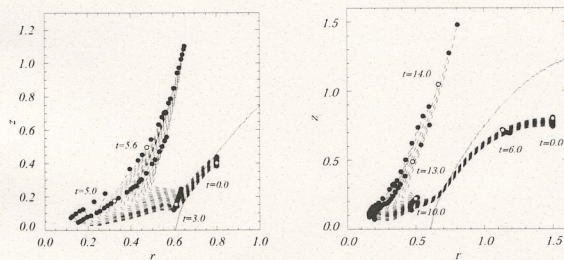


Figure 1: 左図: 磁気拡散の効果が無く間欠的な質量放出が起きる場合の計算領域上に配置したラグランジアン粒子の位置の時間発展(軌跡)を示したものである。右図: 磁気拡散の効果が有り連続的な質量放出が起きる場合。

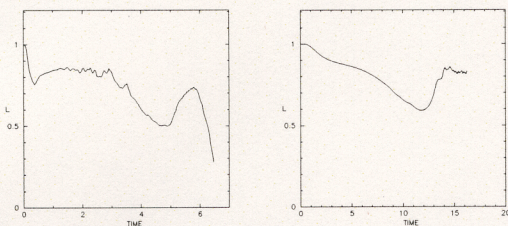


Figure 2: 左図: Figure1 左図の白抜き粒子の単位質量当たりの角運動量の時間変化。右図: Figure2 右図の場合の角運動量の時間変化

Figure2 はそれぞれ、Figure1 の白抜き粒子の場所での単位質量当たりの角運動量の時間発展を示している。それぞれ、 $T = 4.8$ 、 $T = 11.9$ に極小値をとり、ジェットとして加速され始める。また、磁気拡散の効果がある方(右図)が磁気制動による角運動量損失の割合が低いため、加速され始めるときにより大きな角運動量をもっている。この事から磁気拡散の効果がある場合にはガスは降着しにくくなり、拡散の効果が無い場合よりも外側にたまりやすくなり、ガス圧による加速がよりやすくなるのではないかと考えられる。

Figure3 はFigure1 の白抜き粒子が加速されはじめる時間におけるローレンツ力の分布を示している。ベクトルがポロイダル成分を、カラーコンターがトロイダル成分の強さを示している。また、黒丸○はラグランジアン粒子のその時間での位置を示している。どちらも粒子の位置でのローレンツ力の強さに違いは無いように見えるが、Figure4 の速度ベクトルの方向を比べて欲しい。右側、磁気拡散の

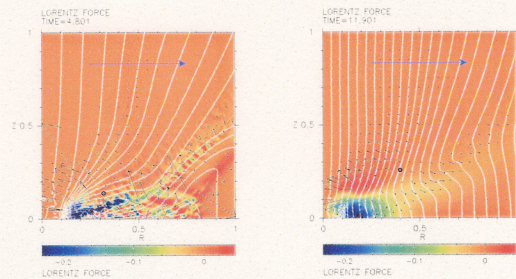


Figure 3: 左図: 磁気拡散の効果が無い場合のローレンツ力分布。カラーコンターはトロイダル成分の強度を、ベクトルはポロイダル成分の強度と向きを示す。右図: 磁気拡散の効果がある場合。青い矢印は単位ベクトル。

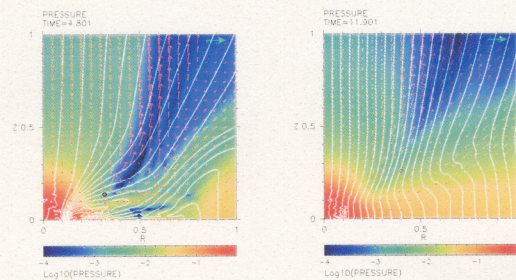


Figure 4: 左図: 磁気拡散の効果が無い場合のガス圧分布、と速度ベクトル。カラーコンターがガス圧分布を示す。右図: 磁気拡散の効果がある場合。緑の矢印は単位ベクトル。

効果がある場合は粒子の速度ベクトルとローレンツ力のポロイダル成分が殆んど直角であり粒子の加速にローレンツ力が寄与していない事を示している。一方、磁気拡散の効果が無い場合には粒子の速度ベクトルとローレンツ力のポロイダル成分は直角ではなく、粒子の加速にローレンツ力が寄与しているのがよくわかる。

Figure4 ではカラーコンターがガス圧分布を示している。速度ベクトルの方向より、右図の磁気拡散の効果がある場合にはガス圧分布が強く影響を及ぼしている事がわかる。

2 3次元CIP-MOCCTコードに関して

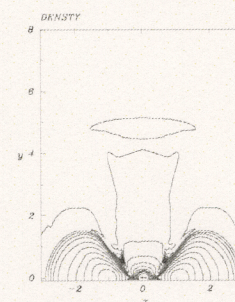


Figure 5: 3次元CIP-MOCCT法による大局的磁場に貫かれたトーラスの計算結果(密度分布)。

我々がこれまでに得た磁気拡散の効果はパラメータとして導入したものであった。しかし、本来は円盤内での自発的な磁気乱流の生成→磁気拡散の増幅といった問題を扱わなければならない。これを扱うには、現在用いている Modified- Lax-Wendroff 法では限界があるため、新たに磁気乱流を扱うのに適している3次元を扱えるCIP-MOCCTコードを作成した。基本的なコードテストは終了しており、ベクトル化率は90%程である。また、MPIライブラリを用いた並列化も殆んど終了している。今後はこのコードを用いて研究を進めていきたいと考えている。