

## 降着円盤の大局的3次元磁気流体シミュレーション

松元亮治(千葉大理)

利用カテゴリ XT4I

平成22年度学際共同利用プログラム「計算基礎科学プロジェクト」に本課題が採択され、降着円盤の大局的磁気流体シミュレーションに適用できる3次元磁気流体コードの改訂と最適化を実施した。我々のグループでは、これまでModified Lax-Wendroff (MLW)法に基づく円筒座標系3次元磁気流体コードを用いてブラックホール降着円盤の大局的3次元磁気流体シミュレーションを実施し、従来の円盤モデルで仮定されていた現象論的な角運動量輸送パラメータ( $\alpha$ 粘性)を導入することなく、降着円盤の進化を調べることを可能にしてきた。このような計算に用いる磁気流体シミュレーションコードのエンジン(時間発展計算)部分を近似リーマン解法に基づくエンジンに置き換え、数値的に安定かつ高精度な大局計算を実施することが目的である。

本年度は、Miyoshi and Kusano (2005)によって提唱されたHLLD法に基づく円筒座標系3次元の磁気流体コードをXT4に実装して、最適化とテスト計算を実施した。図1に空間2次精度のHLLDコードとMLWコードによる並列性能テスト結果を示す。HLLD法のコードによる磁気流体シミュレーションの所要時間は、Modified Lax-Wendroff法の2倍程度であることがわかった。図2に初期に方位角磁場に貫かれた回転トーラスの3次元計算結果(密度分布)を示す。磁気回転不安定性の成長、磁気乱流生成、磁気ストレスによる効率的な角運動量輸送と質量降着などが再現できた。ただし、方位角方向のメッシュ数が32~64の計算では円盤内に形成される電流シートにおける数値的磁場散逸がMLWコードの場合よりも大きくなり、磁場増幅の飽和レベルが小さくなる。これを改善するため、空間5次精度のMP5スキームを用いたコードも実装した。今後、これらのコードを、降着率増大に伴うブラックホール降着円盤の状態遷移シミュレーションに適用していく予定である。

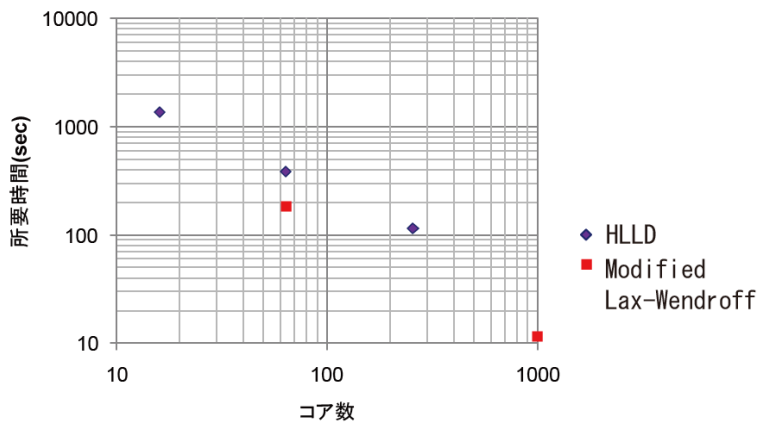


図1 : XT4における並列性能テスト結果。

256×32×400 メッシュ、1000 ステップの所要時間。

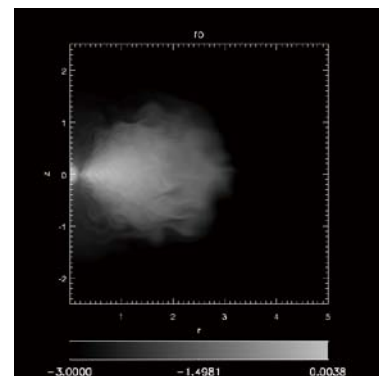


図2 : 3次元シミュレーション結果の密度分布(15回転後)。