非対称電流シートでの 磁気リコネクション

XC-Trial, XC-B

- 〇和田 智秀¹
 - 新田 伸也1
 - 淵田 泰介²
 - 近藤 光志2
 - 1:筑波技術大、2:愛媛大学

磁気リコネクションとは

磁力線がつなぎ変わり、磁場のエネル ギーが運動エネルギーや熱エネルギーに 変換される



http://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_reconnection

-Sweet-Parker型(遅いリコネクション) -Petschek型(速いリコネクション) 現実では多くの場合、非対称



先行研究

 非対称リコネクション
-Lin & Lee 1993
ジェット部分に着目、ジェット断面構造を自己相似 解で議論
非対称性の強さにより、作られるショック構造を予言
-Cassak & Shay 2007
拡散領域に着目
リコネクション点(x-point)と淀み点(stagnation point)が分離する
Petschekリコネクションの自己相似モデル
-Nitta+01,02, Nitta04,06,07

<u>全体構造</u>について議論 **流入領域にてfast-mode波が作る構造がジェット** にも強く影響する



非対称リコネクションでの自己相似モデルへと拡張する その全体構造について理解するため、 HLLD法を用いたコードによって、<u>長時間、高解像度の2次元MHDシミュレーション</u>を行う

初期設定







シオマネキ: エビ目(十脚目)・スナガニ科・シオマ ネキ属 Uca に分類されるカニの総称。学術名は Uca arcuata (De Haan, 1833) 画像参考: http://yaeyama.ne.jp/2010/05/post_104.php

2次元ハリス電流シート B_{x,u}=B_{ou}tanh(y/D) D:電流シートの厚さ B_{y,u}=0 -----> x軸 B_{x,d}=B_{od}tanh(y/D) B_{y,d}=0 ※上側:u、下側:d 電流シートの<u>下側の漸近磁場強度を基準としてB_{ou}=B_{od}/k **k=1(対称)、1.1(弱非対称)、2(強非対称)** 理想気体: P=ρT 温度一定(音速一定)の平衡状態</u>

基礎方程式: 理想MHD方程式+原点近傍の局所異常抵抗

(ex. Ugai & Tsuda 1977)

 $D=v_{Ad0}=\rho_{0d}=1, v_{Ad0}=B_{0d}/\sqrt{\rho}$

R_m=24.5(η=1/24.5)=const, β=0.2 (Nitta et al 2001と同じ)

L_x x L_y=**2560Dx5120D** or **1280Dx2560D**

二次元の一様直交座標 12800x25600セル

dx=0.1D or 0.2D

XC-B 640コア(dx=0.2、CFL=0.3、t=2400まで計算して、~2日)



Test run

 $d_x = d_y = 0.1$, $n_x = 1920$, $n_y = 3840$, $L_x = 192D$, $L_y = 384D$ $\beta = 0.2$, $\eta = 1/24.5$











自己相似的な時間進化



全体の概要:自己相似的な時間進化



1.プラズモイド前方にできるFast shock 2.プラズモイド内でのプラズマ混合 3.ジェットの構造の遷移

非対称効果に大局的な構造について

全体の概要:自己相似的な時間進化



非対称効果1:プラズモイド先端部のFast shock



非対称効果3:弱磁場側物質の巻き込み



非対称効果3:弱磁場側物質の浸入



非対称効果3:期待されるジェットの構造



非対称性 k=1→2

$$(v_{Au} < v_{Ad}): a) < b) < c) < d)$$









非対称効果3:ジェットの二層構造



x-pointとstagnation-point



-x-pointとstagnation-pointは分離した、Stagnation-pointは強磁場側へ移動 -k=2モデルでX-pointの弱磁場側への上昇は見られない ⇔ Cassak & Shay 2007 -リコネクションレートは非対称性が強まると減少する傾向

まとめ

HLLDスキームによる高解像度な二次元MHDシミュレーションによって非 対称磁気リコネクションについて調べた。

1.プラズモイド前方にできるFast shock

→新たな衝撃波加速の現場となるかもしれない

2.プラズモイド内でのプラズマ混合

→異種プラズマをより効率的に混合させる

3.ジェットの構造の遷移(強非対称の場合に二層構造)

今後の課題

-拡散領域近傍の構造の調査

-時間発展するプラズモイドの構造の詳細な調査

-非対称モデルで高解像度シミュレーション(dx=D/100) <参考: 銭谷さんの講演

-ガイド磁場の効果の調査

+FFSによる粒子加速

+有限サイズの境界(反射する壁)を設置し、物質混合の効果の調査

謝辞と報告

-Openmhd+銭谷さんのサポート参考: http://th.nao.ac.jp/MEMBER/zenitani/research-e.html -大規模計算機に直結したネットワークストレージ+解析サーバー

