

特殊相対論的プラズマの拡張MHD近似の妥当性検証

○吉野舜太郎, 廣田真^A, 服部裕司^A

東北大院情報, 流体研, 東北大流体研^A



研究概要

- ✓ 特殊相対論的プラズマの流動現象の計算手法である、MHDとPICの橋渡しの役割が期待される**拡張RMHD方程式**が Koide, *Astrophys. J.* 696: 2220 (2009)にて提案されたが、近似条件の妥当性検証が必要。
- ✓ 特殊相対論的プラズマの二流体方程式を、**スケール解析**によって近似。
- ✓ 未発見のホールRMHDとホールMHD + RMHDの**2モデルを新たに提案**。
拡張RMHDと電子慣性RMHD**妥当する物理条件を定量的に決定**。
- ✓ 拡張MHDは二流体効果、RMHDは相対論効果、拡張RMHDは両方の効果。
- ✓ **低密度・局所スケール**で二流体効果、**高速**で相対論効果が重要に。**磁場**は陽には効いてこないので、より複雑。

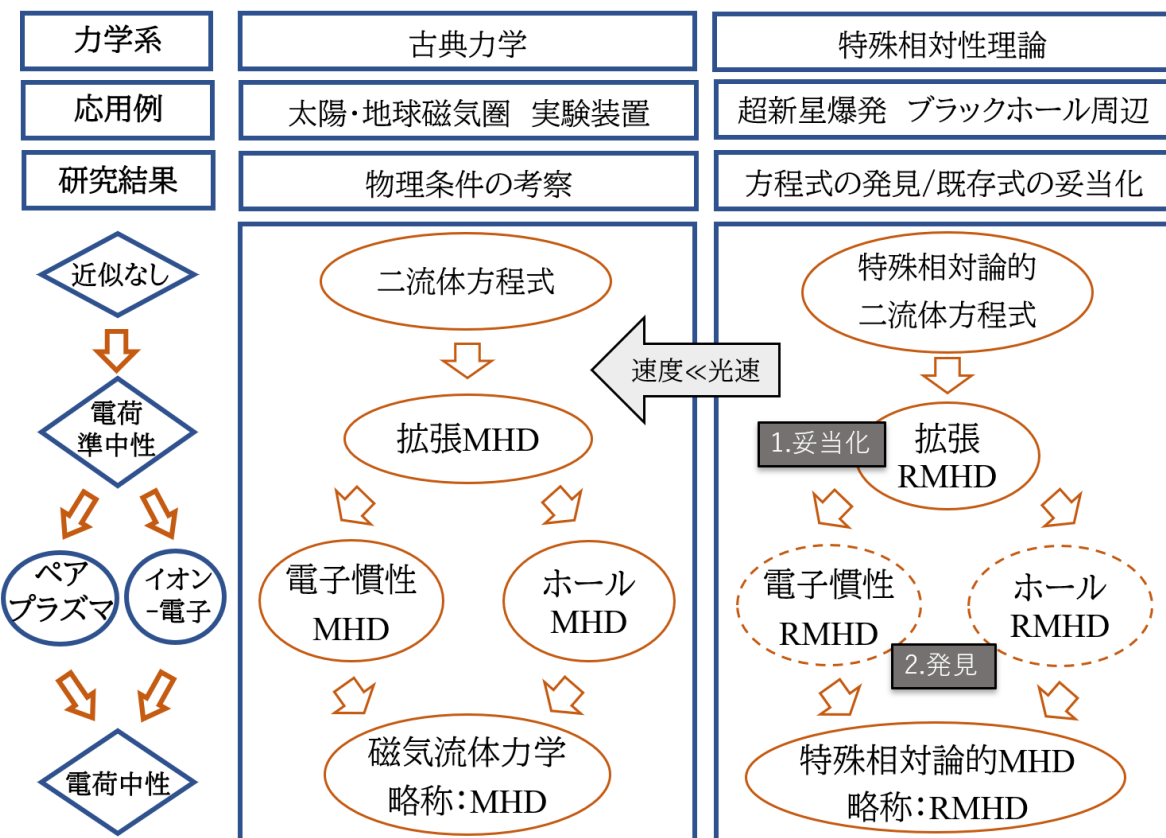
手法

Recipe | スケール解析

※全て紙とペンで完結する手法です。

- I. 二流体方程式 $\partial_\nu(H_\pm U_\pm^\mu U_\pm^\nu) = -\partial^\mu p_\pm \pm ecN_\pm U_\pm^\nu F^\mu{}_\nu$ を**重心速度**と**電流**の式で書き換え。
- II. 代表スケールでI.を無次元化。
各項の大きさは無次元パラメータで決定可能。
- III. 無次元パラメータを減らすため、**3つの条件**を課す。
 - ▶ Cold Plasma (十分に希薄で圧力が無視できる)
 - ▶ 弱い電荷中性条件 $\alpha_* = \tilde{n}/n_* < 1$
 - ▶ 極端に相対論的速度でない → 2ケースに分離
- IV. 想定する流動現象でバランスすべき項は同じ大きさだと仮定。さらに無次元パラメータ減少。
 - ▶ ローレンツ力で流れは駆動される
 - ▶ 電磁項がつりあう (電荷の準中性条件)
- V. 各項について、**4自由度**を持つ無次元パラメータの大きさを段階的に近似。(Dominant Balance)

モデルの整理



結果(イオン-電子の場合)

