

宇宙線軌道追跡による星・円盤形成過程の電離率分布の解析

○西尾 恵里花¹ 富田 賢吾¹ 木村 成生¹ 工藤 祐己² (1.東北大学 2.東京大学)

星・原始惑星系円盤進化過程においてガスの電離度は磁場の構造や化学進化において重要な役割を果たす。星形成初期は原始星周囲が高密度ガスに覆われるため、星間空間から入射する宇宙線が主要な電離源となる。よって宇宙線による電離率の分布は初期の星・円盤形成の理解のために必要となる。宇宙線分布はガス密度、磁力線構造に依存する。密度が高い領域では衝突が増えるため宇宙線は侵入しにくい。一方、高エネルギー宇宙線は衝突断面積が小さく、より深部まで透過できる。磁力線構造が集中する領域では多くの領域から磁力線を通じて宇宙線が流れ込み宇宙線密度が大きくなるFocusingが発生するが、同時にMirroringにより宇宙線が反射され、宇宙線密度が小さくなる効果も発生する。

これらを同時に扱うため、本研究では宇宙線のジャイロ運動の中心のみを追跡するGuiding center近似を用い、乱流磁場による散乱とガス衝突によるエネルギー減衰を組み込んだ新たな軌道追跡コードを開発した。このコードによりAthena++による流体計算から得られた星・円盤形成初期のガス・磁場分布中で宇宙線軌道を追跡し、Focusing、Mirroring、ガス相互作用のエネルギー依存性が電離率分布に与える影響を調べた。結果として、円盤に到達するまでに低エネルギーの宇宙線はガスとの衝突で減衰するため、円盤電離に支配的なのは数百MeVの宇宙線であることが分かった。また円盤に到達するまでに宇宙線密度は散乱とMirroringにより分子雲コア外の値より約1桁ほど減少する。本研究は実際の電離率は拡散近似により得られる電離率より低い値になる可能性を示している。