

原始惑星系円盤におけるMHD乱流による角運動量輸送過程について

The angular momentum transport in protoplanetary disks by magnetohydrodynamical turbulence

犬塚 修一郎[1], 佐野 孝好[2]

Shu-ichiro Inutsuka[1], Takayoshi Sano[2]

[1] 京大物理, [2] メリーランド大・天文

[1] Physics Dept.

Kyoto Univ., [2] Astronomy, Univ of Maryland

<http://aoi.scphys.kyoto-u.ac.jp/~inutsuka/>

理想MHD近似の仮定が成り立つほどの電離度をもったガス円盤が弱い磁場に貫かれている場合、ほぼ無条件に不安定となり乱流状態になる。このMHD乱流では、磁場は始めに弱くても指数関数的に増幅され、磁気圧がガス圧の数分の一程度まで増幅すると飽和する。このMHD乱流の飽和過程のメカニズムを解明する（非理想MHDを含む）3次元数値計算の結果を紹介し、その物理過程について論ずる。また、原始惑星系円盤中での電離度の分布を計算してどの領域で降着が可能かを示す。

近年の電波や赤外線による観測の結果、生まれて間もない若い星の周りには普遍的に星周円盤が存在することがわかっている。これら星周円盤にはガスと塵粒子の両方の成分が観測されている。太陽系の惑星の起源もこのような星周円盤にあると考えられているためこれらガス円盤は原始惑星系円盤と呼ばれている。観測的には、若い星の進化段階の違いに応じて平均的には円盤の質量が減少していることが示唆されているため、この円盤ガスの中心星への質量降着過程を解明することが重要である。質量降着を可能とするためには、円盤内で何らかの角運動量輸送メカニズムが必要であるが、単独星の周りの原始惑星系円盤では磁場を伴うMHD的乱流が唯一有効なメカニズムとして有望視されている。

理想MHD近似の仮定が成り立つほどの電離度をもったガス円盤が弱い磁場に貫かれている場合、ほぼ無条件に不安定となり乱流状態になることが、非常に明解な線形解析と3次元の数値シミュレーションにより明らかにされている。また、初期に必要な磁場の強さは非常に小さいため、このMHD乱流は非常に一般的に生じる一種のダイナモ現象であることが結論される。このMHD乱流では、磁場は始めに弱くても指数関数的に増幅され、磁気圧がガス圧の数分の一程度まで増幅することが数値計算の結果としてわかっている。つまり、原始惑星系円盤のMHD乱流ではある特徴的な磁気圧を示す準定常状態が実現されるのである。このMHD乱流の飽和過程では磁力線のリコネクションが重要であることが理論的に予想されるがそのメカニズムはまだ十分には解明されていない。本講演では、このMHD乱流の飽和過程のメカニズムを解明する（非理想MHDを含む）3次元数値計算の結果を紹介し、その物理過程について論ずる。

また、原始惑星系円盤のように密度の高いガス中では、実際にはオーム散逸などの非理想MHDの効果が層流状態においても重要であるため、原始惑星系円盤中での電離度の分布を計算することが必要である。講演では、標準的な円盤の密度分布のモデルを採用した場合、原始惑星系円盤では20AUより外側では、MHD不安定になり質量降着が起こるが、それより内側では電離度が低いために磁場による不安定性は起こらず、質量降着が期待されないことなどを、詳細な計算結果に基づいて示す。