

磁気流体波動が駆動する巨大ガス惑星からの質量放出と惑星の大気構造 MHD wave-driven mass loss from gas giants and effects on atmospheric structure

田中 佑希^{1*}; 鈴木 建¹; 犬塚 修一郎¹
TANAKA, Yuki^{1*}; SUZUKI, Takeru¹; INUTSUKA, Shu-ichiro¹

¹ 名古屋大学理学研究科

¹Department of Physics, Nagoya University

近年は多数の太陽系外惑星が発見されており、その中には中心星に極めて近接した軌道を公転している巨大ガス惑星も多く存在している事が分かっている。このような惑星はホットジュピターと呼ばれており、中心星からの強力な輻射を受けて表面は1000K程度の高温に加熱されている。

一方、太陽系外惑星の発見手法の一つであるトランジット法からは、系外惑星の半径や軌道周期についての情報を得ることができる。さらに最近では、トランジット時と非トランジット時のスペクトルの変化から惑星の大気組成を推定したり、異なる波長での観測から惑星の大気構造を推定したりすることも可能である。これらの観測からは、ホットジュピターが持つ大きく膨張した水素大気の大気からの大量の質量放出現象の存在も分かっている。ホットジュピターからの質量放出については、大気上層部から高速で流れ出す水素大気の大気存在が観測から明らかになっており、モデル依存性はあるものの質量放出率の推定値も得られている。しかし、このような大量の質量放出現象の詳細なメカニズムは未だにはっきりとは解明されていない。

そこで我々がホットジュピターからの質量放出のメカニズムとして提案しているのが、磁気流体波動によって駆動される太陽風の質量放出現象である。ホットジュピターの表面は1000K程度であるため弱電離であるが、大気上層では理想MHDとしての近似が可能である。巨大ガス惑星が固有磁場を持っており、惑星表面に乱流が存在している場合は、表面で磁気流体波動が励起される。さらにその波が上空へ伝播し散逸することによって大気の運動エネルギーとなり、質量放出を駆動する事が考えられる。本研究では、太陽風と同様の数値計算を、ホットジュピターに関して典型的だと考えられるパラメータを用いて行った。その結果、磁気流体波動によって引き起こされた質量放出の値は、観測から推定されている質量放出率を説明出来る事が分かった。

また、発見されている惑星の半径や質量、推定される表面温度などは様々であるため、これらをパラメータとして計算を行った。質量放出率のパラメータ依存性を調べたところ、解析的に得られた惑星半径・質量への依存性と数値計算結果が一致することも確認した。加えて、磁気流体波動が惑星大気内で散逸することによって、惑星の大気構造にも影響を与える。計算の結果から、ガス流は大気上層で超音速まで加速され、さらに高層大気は数万Kにまで加熱されることも示した。本講演では、ホットジュピターだけではなく巨大ガス惑星全般における質量放出の可能性や大気構造への影響についても議論したい。

キーワード: 系外惑星, 質量放出

Keywords: exoplanet, atmospheric escape