

L01b 自己重力リング粒子系の角運動量輸送機構の解明

台坂 博、田中 秀和、井田 茂（東工大・理・地惑）

土星リングに代表される惑星リングは、銀河系や原始惑星系円盤のように、多数の粒子で構成されているディスク系である。その中での角運動量輸送がどのような物理で支配されているか、また、その輸送率がどの位かを知る事がリング粒子系の寿命や安定性の議論には重要である。本研究でN体数値計算によってリング粒子系のシミュレーションを行ない、直接数値的に角運動量輸送率を求めた。

リング粒子系の角運動量輸送は主に、(1) 粒子の直接の移動によって運ばれる分子運動学的な輸送、(2) 粒子が有限の大きさを持っていることに起因する衝突による輸送、(3) 粒子の自己重力相互作用による輸送という、3つのメカニズムによって起こる。このうち、どの機構がより効率的に角運動量を輸送できるかは、リング系の状態によって決まる。(1)、(2)の機構に関しては、土星Bリングに存在する同心円状の縞構造を説明するために提唱された viscous instability (Lin and Bordenheimer 1981, Lukkari 1981, Ward 1981) に関連して、数値的、理論的に調べられてきた (e.g., Goldreich and Tremaine 1978, Araki and Tremaine 1985, Wisdom and Tremaine 1988)。それらの研究ではリング粒子の自己重力は無視されていた。しかし、リング粒子同士の非弾性衝突による運動エネルギーの散逸により、リング粒子系の Toomre の Q 値が減少すると自己重力不安定になる。そのような状況下では重力不安定によって非軸対称な構造が形成され、それによって重力トルクが生じ、その結果、角運動量輸送が増加すると予想されるが、それがどの程度の角運動量輸送に効くのかは調べられていなかった。

我々はリング系を特徴づけている粒子数密度などのパラメータについて様々な計算を行ない、それぞれの角運動量輸送率のパラメータ依存性を調べていた。粒子数密度の大きな系を取り扱うため、数値計算では Wisdom and Tremaine(1988) で用いられた、周期境界条件を考慮してリングの一部だけ考える局所系の計算法を採用した。我々の、主な計算結果は以下の通りである。粒子数密度が小さく、自己重力不安定が生じない状況では、角運動量輸送は(1)の機構が支配的で重力による輸送の寄与は小さい。一方、粒子密度が大きくなり自己重力不安定が生じると、重力による角運動量輸送の寄与が大きくなり、(1)、(2)の機構による輸送率と同程度の大きさになる。また、全角運動量輸送率自体も粒子数密度の増加に伴って大きくなっている。これらの結果は、リング粒子の自己重力は角運動量輸送において重要な役割をしていることを意味している。