

衛星軌道進化に伴う惑星の自転軸傾斜角変動

Evolution of the planetary obliquity with the orbital evolution of the satellite

跡部 恵子[1]; 井田 茂[2]

Keiko Atobe[1]; Shigeru Ida[2]

[1] 東工大・理・地球惑星; [2] 東工大・地惑

[1] Dept. of Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. of Tech.; [2] Dept. of Earth and Planetary Sci., Tokyo Inst. of Tech.

潮汐相互作用に伴う衛星の軌道進化、惑星自転軸傾斜角の時間進化を数値的に計算した。惑星自転軸の安定性、取りうる最終状態について考察した。

衛星は、惑星自転軸の進化において重要な働きをしている。一般に、衛星は惑星との潮汐相互作用によって軌道角運動量を得て、惑星から遠ざかっていく。一方、惑星は自転角運動量を失い、自転が減速する。この際、惑星の自転軸傾斜角も時間進化する。地球の自転軸は、月との潮汐相互作用を受けて徐々に倒れていることが指摘されている (e.g., Goldreich 1966, Touma & Wisdom 1994)。このような潮汐進化は、衛星の質量に強く依存するため、惑星の自転軸傾斜角の進化は、衛星の質量によって大きく異なる可能性がある。

また、衛星は惑星の自転軸歳差運動を速める効果があると考えられている。現在、地球の自転軸は、月の重力トルクの影響で、月がないとした場合に比べて約3倍の速さで歳差運動している。そのため、地球の自転軸は自転・軌道共鳴を免れている (e.g., Laskar et al. 1993)。自転・軌道共鳴とは、惑星の自転軸歳差運動と軌道面摂動の振動数が一致することにより、自転軸傾斜角が大きく変動する現象である。しかし、衛星の潮汐進化に伴い、自転軸歳差運動の振動数も時間変化すると考えられる。

本研究では、潮汐相互作用に伴う衛星の軌道進化、惑星の自転角速度および自転軸傾斜角の時間進化を数値的に計算した。計算では、中心星、惑星、衛星の3天体のみを考え、中心星による重力的な潮汐散逸も考慮した。その結果、衛星の軌道進化に伴い、惑星自転軸傾斜角は増大することがわかった。衛星が月質量より数倍重い場合、 10^5 - 10^8 年で数十度まで倒れる。しかし、共回転半径付近での進化は潮汐モデルに依存する。衛星が月質量より十分軽い場合は、傾斜角はほとんど変化しないことがわかった。さらに、自転軸歳差運動振動数の変化を算し、共鳴による変動についても考察した。講演では、これらの詳しい計算結果を紹介し、自転軸の安定性と最終状態について議論する。