

ニュートン冷却を散逸過程とする強制浅水乱流における赤道西風形成のメカニズムについて

Mechanism for the formation of equatorial superrotation in forced shallow-water turbulence with Newtonian cooling

齋藤 泉^{1*}; 石岡 圭一¹

SAITO, Izumi^{1*}; ISHIOKA, Keiichi¹

¹ 京都大学大学院理学研究科

¹ Graduate School of Science, Kyoto University

木星や土星で観測される縞状の構造とそれに伴って吹く卓越した東西ジェットを説明するモデルとして、惑星大気表面の薄い層における大規模運動を考えるものがある。回転球面上の強制浅水乱流はそのようなモデルの一つで、縞状の構造の出現に加えて、低緯度ほど大きな振幅の東西ジェットや、極付近で顕著になる渦的な運動などの再現に成功している (Scott and Polvani, 2007)。ただこのモデルでは、赤道において木星や土星で見られるような強い西風を再現できないことが問題であった。これに対し Scott and Polvani (2008) は、強制浅水乱流において、散逸過程としてレイリー摩擦ではなくニュートン冷却を採用することで、ロバストな赤道西風を形成することに成功した。

本研究では、上記の赤道西風が以下のメカニズムにより生じることを明らかにした。まず、ニュートン冷却が導入されることにより球面浅水系の固有モードであるハフモードの構造が変形し、等位相線が緯度方向に西向きか東向きに傾く。この構造変形によって各ハフモードは帯状平均流の加速を起こす。ランダムな強制によって励起されるハフモードによって生じる時間発展初期の帯状流加速を、弱非線型の理論に基づいた統計解析により評価した。理論は赤道西風が生じることを予言しており、赤道西風の加速には主にロスビーモード (ニュートン冷却によって位相が西に傾く) が寄与している。理論によって予言される帯状平均流の時間発展は、非線型シミュレーションより得られた、アンサンブル平均した帯状平均流の時間発展と定量的に一致していた。

(本研究は論文として出版済である。詳細は Saito and Ishioka (2015) を参照頂きたい。)

参考文献:

Scott, R. K. and L. M. Polvani, 2007: Forced-dissipative shallow-water turbulence on the sphere and the atmospheric circulation of the giant planets. *J. Atmos. Sci.*, 64, 3158-3176.

Scott, R. K. and L. M. Polvani, 2008: Equatorial superrotation in shallow atmospheres. *Geophys. Res. Lett.*, 35, L24202.

Saito, I. and K. Ishioka, 2015: Mechanism for the formation of equatorial superrotation in forced shallow-water turbulence with Newtonian cooling. *J. Atmos. Sci.*, in press, now available in Early Online Release form.

キーワード: 木星, 帯状構造, 強制浅水乱流, 赤道西風ジェット, ニュートン冷却, ハフ関数

Keywords: Jupiter, zonal pattern, forced shallow-water turbulence, equatorial superrotation, Newtonian cooling, Hough mode