

AGCM を用いた金星大気大循環における多重平衡解の再現

The reappearance of multiple equilibrium states
in the atmospheric circulation of Venus using AGCM

- 城戸敦誉, 九大総理工, 春日市春日公園 6-1, E-mail: kido@riam.kyushu-u.ac.jp
 和方吉信, 九大応力研, 春日市春日公園 6-1, E-mail: wakata@riam.kyushu-u.ac.jp
 Atushige Kido, Interdisciplinary Graduate School of Engineering Sciences, Kyushu Univ., 6-1
 Kasuga-kouen, Kasuga, Japan
 Yoshinobu Wakata, RIAM, Kyushu Univ., 6-1 Kasuga-kouen, Kasuga, Japan

We investigate the possibility of multiple equilibrium states in the atmospheric general circulation of Venus using Venus like AGCM, and we run the model from the two initial conditions. In a case with zero initial condition, super-rotation is not reproduced and slow rotation appears. In a case with liner large zonal initial condition, steady super-rotation about 110 m/s can be reproduced.

1. はじめに

本研究ではスーパーローテーション形成メカニズムとして赤道-極間の過熱差による子午面循環に着目したギラッシ・メカニズム (Gierasch 1975⁽¹⁾) に着目している。ギラッシ・メカニズムについてより詳細な考察を行ったものに Matsuda (1980, 1982)^(2,3) がある。松田は軸対称 2 次元として問題を扱ったところ、そこではスーパーローテーション (強い東西風速と弱い子午面循環を持つ) が卓越するパラメータ領域内で弱い東西風と強い子午面循環という循環 (この循環を 3 次元的に解釈すると昼夜間対流となる) も安定な解として存在しうること示唆している。

本研究の目的はスーパーローテーションの形成メカニズムを探ることではなく、大気大循環モデルを用いて、松田の示唆した多重平衡解を再現することである。

2. モデルについて

地球用大気大循環モデル CCSR/NIES AGCM 5.4 を金星用に変更して用いた。

放射過程を直接解くことは困難なため Ya, mamoto and Takahashi (2003)⁽⁴⁾ を参考に大幅に簡略化した。具体的には金星の雲層付近 (高度約 50~70km)、赤道上にピークを持つ帯状様な太陽加熱を与え、ニュートン冷却で観測地をもとにした参考温度へと緩和している。加熱について雲層付近では Yamamoto and Takahashi (2003) とほぼ同様の値を与えたが、それ以下の層では 1/6 程度の大きさである。これは Yamamoto and Takahashi (2003) の地表付近の加熱が現実よりも大きすぎるためである。

本研究の目的は多重平衡解の再現である、そのため二つの初期値から積分を開始した。一つはまったくの静止状態、もう一方はスーパーローテーション程度の東西風速を持つ。以下それぞれ Case A, Case B と呼ぶことにする。

3. 結果とまとめ

Case A では 150,000 程度積分したところ定常に達し、赤道上高度 70km では 40m/s 程度の東西風速を得た。また定常に達した後の帯状平均東西風の緯度-高度断面図を示す (Fig. 1)。そのときの帯状平均南北風速は高度 62km 付近で赤道から極へ向かう流れが見られ、2m/s 程度であった。

Case B では約 40,000 日で定常に達し、高度 70km 赤道での東西風速は約 110m/s であった。定常に達した後の帯状平均東西風の緯度-高度断面図を Fig. 2 に示す。そこでの南北風は高度 60km 付近に赤道から極へ向かう流れが見られたが、1m/s 以下であった。

Case A, B はそれぞれ松田の示した多重平衡解の特徴をもってお

り、金星らしい AGCM を用いて定常な多重平衡解を再現した。

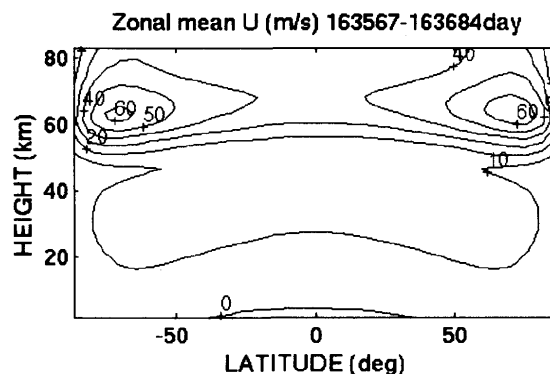


Fig.1 Latitude-height cross section of zonal mean zonal flow (ms^{-1}) averaged over 16,357 to 163,684 days. Gray area indicates negative value.

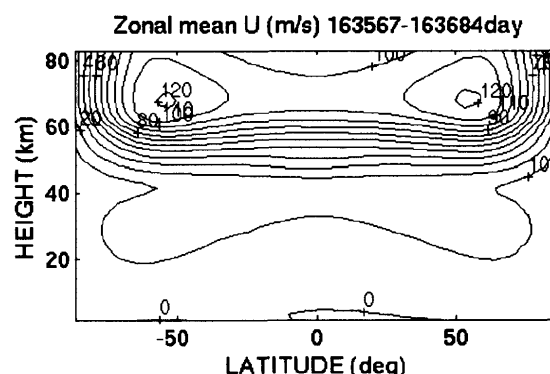


Fig.2 Latitude-height cross section of zonal mean zonal flow (ms^{-1}) averaged over 16,357 to 163,684 days. Gray area indicates negative value.

参考文献

- (1) Gierasch, P.J.: "Meridional Circulation and the Maintenance of the Venus Atmospheric Rotation" J. Atmos. Sci., 32 (1975), pp.1038-1044.
- (2) Matsuda, Y.: "Dynamics of the four-day circulation in the Venus atmosphere" J. Meteor. Soc. Japan., 58 (1980), pp.443-470.
- (3) Matsuda, Y.: "A Further Study of Dynamics of the Four-Day Circulation in the Venus Atmosphere" J. Meteor. Soc. Japan., 60 (1982), pp.245-254.
- (4) Yamamoto, M., and M. Takahashi: "The fully developed superrotation simulated by a general circulation model of a Venus-like atmosphere" J. Atmos. Sci., 60 (2003), pp.561-574.