

自己評価報告書

平成 23 年 5 月 10 日現在

機関番号：12604

研究種目：基盤研究(B)

研究期間：2008～2011

課題番号：20340126

研究課題名(和文) 金星大気モデリングによるスーパーローテーションの解明

研究課題名(英文) Elucidation of the superrotation by the modeling of Venus atmosphere

研究代表者

松田 佳久 (MATSUDA YOSHIHISA)

東京学芸大学・教育学部・教授

研究者番号：60134772

研究分野：惑星気象学

科研費の分科・細目：気象・海洋物理・陸水学

キーワード：惑星大気

1. 研究計画の概要

金星大気モデリングによりスーパーローテーションの原因を解明する。特に以下の点を重点的に明らかにする。

- (1) 正確な力学および放射モデルにより再現されるスーパーローテーションの様相を調べ、その原因を解明する。
- (2) スーパーローテーション以外の金星の大気大循環の様相を解明する。特に、平均子午面循環の形態を明らかにする。
- (3) 正確な放射モデルにより金星の温室効果を定量的に解明する。

2. 研究の進捗状況

金星大気に適用可能な精密な放射伝達モデルを開発した。考慮する波数領域は 0-6000 cm^{-1} とし、これを適当な波数帯チャンネルに分割して放射伝達の計算を行う。大気成分としては温室効果に寄与の大きい二酸化炭素と水蒸気のみを考慮し、吸収係数は最新の分光データ (HITRAN 2004, HITEMP) を用いて line-by-line 法によって計算した。吸収線形は二酸化炭素には Fukabori et al. (1986) などで提案されたもの、水蒸気には Voigt 型を用いた。二酸化炭素の連続吸収は Moskalenko et al. (1979) により考慮したが、水蒸気のそれは無視した。

この放射モデルを用いて金星大気の大気放射平衡および放射対流平衡温度分布を計算した。その結果、温度分布に対する吸収線形の依存性を明らかにし、二酸化炭素の吸収線形としては Fukabori et al. (1986) が適当であることがわかった。また、温度分布(温室効果)に対する二酸化炭素と水蒸気、およびそれらの吸収線に対する依存性を定量的に明らかにした。

次に、この放射モデルを大気大循環モデルに組み込み、金星大気平均子午面循環に注目した数値実験を行った。太陽加熱は観測に基づく分布を東西平均したものを与えた。その結果、平均子午面循環は高度 25-50 km と 50-80 km に循環セルが積み重なった、いわゆる多重セル構造になることがわかった。上側の子午面循環セルに対応し、大気上層では中緯度ジェットを伴った弱いスーパーローテーションが生成されたが、高度 30 km より下では平均子午面循環、平均東西流とも非常に弱いままであった。本研究で得られた平均子午面循環と平均東西流の構造は、放射モデルをニュートン冷却で近似した Hollingsworth et al. (2007) の結果と矛盾するものではなかった。本研究の結果は、ギラッシュメカニズム (Gierasch 1975; Yamamoto and Takahashi 2003) が金星大気では有効に働かない可能性を示唆している。

3. 現在までの達成度

②おおむね順調に達成している。

(理由) 金星大気用の放射モデルの開発に成功し、それを GCM に組み込む事が出来た。しかし、まだ雲のモデリングを達成していない。

4. 今後の研究の推進方策

(1) GCM を用いて、スーパーローテーションの再現、下層の循環のシミュレーションを行い、スーパーローテーションの解明を試みる。特に、子午面循環と熱潮汐波によるスーパーローテーション加速の整合性について詳しく調べる。

(2) 金星の雲の物理過程を考慮した、雲の

目でリングを試みる。

5. 代表的な研究成果

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 4 件)

- ① Imamura, T., and Y. Ito, Icarus, 査読有、2011, p. 498-503
- ② Takagi, M., K. Suzuki, H. Sagawa, P. Baron, J. Mendrok, Y. Kasai, and Y. Matsuda, J. Geophys. Res., 査読有、vol. 115, 2010, E06014
- ③ Iwagami, N., T. Yamaji, S. Ohtsuki, and G. L. Hashimoto, Icarus, 査読有、vol. 207, 2010, p. 558-563
- ④ 松田佳久・高木征弘 (2008), 金星大気の温室効果の特徴 - 地球の温室効果と比較して, 日本気象学会機関誌「天気」, 55, 887-899.

[学会発表] (計 5 件)

- ① 高木征弘・松田佳久, 放射輸送を考慮した金星大気大循環の数値シミュレーション, 日本気象学会 2010 年度秋季大会, 京都府京都市 (京都テルサ), 2010 年 10 月 27-29 日
- ② M. Takagi and Y. Matsuda, Modeling of the Venus atmospheric circulation with a new radiation transfer model, European Planetary Science Congress 2010, Rome, Italy, 19-24 September 2010
- ③ 高木征弘・鈴木広大・佐川英夫・バロン フィリップ・メンドロック ヤナ・笠井康子・松田佳久, 金星大気大循環のモデリング, 日本惑星科学会 2009 年度秋季講演会, 東京都文京区 (東京大学), 2009 年 9 月 28-30 日
- ④ M. Takagi, K. Suzuki, H. Sagawa, P. Baron, J. Mendrok, Y. Kasai, and Y. Matsuda, Development of a radiative transfer model for the Venus atmosphere, AOGS 2009, Singapore (Suntec Singapore International Convection & Exhibition Centre), 11-12 August 2009
- ⑤ M. Takagi and Y. Matsuda, Dynamics of the Venus atmospheric superrotation, 37th COSPAR Scientific Assembly, Montreal, Canada, 13-20 July 2008