

金星中間圏・熱圏の大気大循環モデルの開発

New General Circulation Model for the Venusian mesosphere and thermosphere.

星野 直哉 [1]; 藤原 均 [1]; 高木 征弘 [2]; 岩上 直幹 [3]; 高橋 幸弘 [1]; 笠羽 康正 [4]; 佐川 英夫 [5]

Naoya Hoshino[1]; Hitoshi Fujiwara[1]; Masahiro Takagi[2]; Naomoto Iwagami[3]; Yukihiro Takahashi[1]; Yasumasa Kasaba[4]; Hideo Sagawa[5]

[1] 東北大・理・地球物理; [2] 東大・理・地球惑星科学; [3] 東大院・理・地球惑星科学; [4] 東北大・理; [5] MPS

[1] Dept. of Geophysics, Tohoku Univ.; [2] Dept. of Earth and Planetary Science, Univ. of Tokyo; [3] Earth and Planetary Science, U Tokyo; [4] Tohoku Univ.; [5] MPS

金星の中間圏(高度 70-110 km)、熱圏(高度 110 km 以上)は、金星雲層(高度 50-70 km)のスーパーローテーションと同様に、100 m/s を超える高速東西風の存在が過去の CO や CO₂ の吸収線のドップラーシフトを用いた風速観測から知られている [例えば、Shah et al., 1991]。中間圏・熱圏では高速東西風に加え、昼側と夜側の約 200 K もの温度差により昼夜間対流が生じており、実際の風速場はこの昼夜間対流成分と高速東西風成分が重ね合わさり形成されている。1986 年の観測例では、高度約 105 km の高速東西風成分が 25 m/s、昼夜間対流成分が 120 m/s [Goldstein et al., 1991] と昼夜間対流が卓越しているのに対し、1988 年には高度約 100 km で 132 m/s の高速東西風成分、40 m/s 以下の昼夜間対流成分 [Shah et al., 1991] と高速東西風が卓越している結果が得られている。このように時期によって 2 つの成分の大小関係は大きく変化する事が知られている。高速東西風の生成に関して、大気大循環モデル(GCM)を用いた数値計算により、重力波による中間圏・熱圏への運動量輸送が大きく寄与している事が示唆されているが [Bougher et al., 1986; Alexander et al., 1993; Zhang et al., 1996]、実際の金星大気中では重力波の情報が不足していることにより定量的な議論は十分にはなされていない。また、先に述べたように、時期によって東西風の活動度が変化するメカニズムも未解明である。

我々はこの中間圏・熱圏の高速東西風形成と時間変動のメカニズム解明を目的に、金星中間圏・熱圏の大気大循環モデルの開発を行っている。これまでに東北大学グループが開発を進めてきた火星熱圏大気大循環モデルをもとに、金星中間圏・熱圏環境にパラメータを変更し、新たに EUV 加熱率、CO₂ 15 μm 冷却率、1-5 μm の赤外加熱率を計算可能とした。GCM への組み込み前に加熱・冷却率を単独で計算し、その特徴を調べた。計算には金星熱圏・中間圏の経験モデル VTS3 の温度、O、CO、CO₂ 数密度分布を用いた。EUV 加熱率は太陽 EUV スペクトルに EUVAC モデルを用い、加熱効率を 0.2 として計算した。高度 150 km 付近で約 4200 K/day の極大値をとり、150 km より上の高度では徐々に減少し、大気上端で約 3700K/day となった。また、150 km より下では急激に加熱率は下がり、約 130 km 高度でほぼ 0 K/day となった。EUV 加熱率の天頂角依存性は小さく、天頂角 0°-80°ではほぼ同じ加熱率の高度分布が得られた。15 μm 冷却率は Gordiets et al. [1982] のパラメタリゼーションを用いて計算を行った。地方時 (LT)12:00 では高度約 145km で最大約 4300 K/day に対し、09:00LT では高度約 100km で最大約 600 K/day となり、温度と密度の違いを反映した値が得られた。1-5 μm の赤外加熱率は非局所熱力学平衡での放射・吸収を考慮する必要があるため、厳密には様々な励起準位の分子を衝突過程も含めて計算しなくてはならないが、簡略化のため太陽光吸収がすべて加熱に効くとして計算を行い、そこに Bougher et al. [1986] で非局所熱力学平衡を考慮して計算された昼側の平均加熱率に一致するように規格化係数をかけて加熱率を求めている。その結果、天頂角によらず高度約 140 km で極大値をもつ分布となり、最大で約 1200K/day という値が得られた。これら加熱・冷却率のうち、12:00LT の高度 130 km 付近で 1-5 μm 加熱と 15 μm 冷却がバランスし、150 km 付近で 15 μm 冷却と EUV 加熱がバランスすることが予想される。150 km より上では EUV 加熱のみが卓越し、分子熱伝導などの熱輸送に伴う冷却とバランスすると考えられる。

本発表では新たに導入した加熱・冷却率の計算結果と、それらを組み込んだ金星中間圏・熱圏大気大循環モデルの初期計算結果について報告する。