

## 金星の雲層における対流の数値実験 Numerical modeling of cloud-level convection on Venus

樋口 武人<sup>1\*</sup>, 今村 剛<sup>2</sup>, 前島 康光<sup>3</sup>, 池田 恒平<sup>4</sup>, 高木 征弘<sup>5</sup>, 杉本 憲彦<sup>6</sup>

Takehito Higuchi<sup>1\*</sup>, IMAMURA, Takeshi<sup>2</sup>, MAEJIMA, Yasumitsu<sup>3</sup>, IKEDA, Kohei<sup>4</sup>, TAKAGI, Masahiro<sup>5</sup>, SUGIMOTO, Norihiko<sup>6</sup>

<sup>1</sup> 東京大学, <sup>2</sup> 宇宙航空研究開発機構, <sup>3</sup> 気象研究所, <sup>4</sup> 海洋研究開発機構, <sup>5</sup> 京都産業大学, <sup>6</sup> 慶應義塾大学

<sup>1</sup>The University of Tokyo, <sup>2</sup>Japan Aerospace Exploration Agency, <sup>3</sup>Meteorological Research Institute, <sup>4</sup>Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology, <sup>5</sup>Kyoto Sangyo University, <sup>6</sup>Keio University

金星は高度約48kmから70kmに存在する濃硫酸の雲に覆われている。この雲は入射する太陽光の約80%を反射し、金星のエネルギー収支において大きな役割を果たしている。この雲層の下部50kmから55km付近には中立成層があることが気温計測から知られており、この層は下層大気からの上向き熱放射が雲底で吸収されることにより大気が加熱されるために生じる対流層であると考えられる(Crisp et al., 1990)。対流は雲の中の物質輸送の重要な担い手であり、金星の雲システムを理解する上で重要な物理過程である。

地球と同様に金星においても緯度ごとの放射エネルギー収支はバランスしておらず、低緯度帯では過剰な短波加熱があり、高緯度帯では逆に過剰な放射冷却がある。このエネルギーの不均衡は雲層における対流の構造に影響を与えると考えられる。さらに、雲層高度の大気はスーパーローテーションによって流され、周期的に変化する放射加熱を受けている。したがって、雲層における対流の振る舞いを理解するには対流の緯度依存性と日変化を理解する必要がある。Baker et al. (1998; 2000) は、金星の雲層における対流の数値実験を行い、対流の強度、縦横比、対流層の上下にある安定層にプルームが貫入するなどの特徴的なプロセスを議論した。しかし、対流の緯度依存性や日変化が考慮されていないことと、現実的な放射加熱・冷却が取り入れられていないことが問題点として挙げられる。

本研究では、非静力学気象モデル CReSS (Tsuboki and Sakakibara, 2007) を使って対流モデルを構築し、金星の雲層における対流の緯度依存性と日変化について調べた。長波放射による加熱・冷却は池田 (2010) の一次元放射対流平衡計算で求められた分布を用い、短波放射による加熱はローカルタイムと緯度の関数として扱う。鉛直流の大きさは Vega 気球観測の結果や混合距離理論からの見積りと整合的であり、モデルがもっともらしい対流強度を再現しているといえる。緯度依存性に関しては、低緯度よりも高緯度で深く強い対流が生じるという結果が得られた。このことは電波掩蔽観測によって示された雲層内の中立成層の領域が高緯度ほど厚いという結果 (Tellmann et al., 2009) と定性的に整合的であり、重力波の振幅が高緯度ほど大きいという結果 (Tellmann et al., 2012) も説明する。また、スーパーローテーションの東西移流効果によって生じる日変化に関しては日中よりも夜間で深く強い対流が生じるという結果となった。このような地球とは逆の緯度とローカルタイムへの依存性は、金星の雲層内の対流を駆動する下層大気からの長波加熱が緯度やローカルタイムによってほとんど変化しないのに対して、変動の大きな短波加熱が雲層高度の成層を安定化して対流を抑制する働きを持つといった、特殊な対流駆動メカニズムによって生じる。

キーワード: 金星, 雲, 対流

Keywords: Venus, cloud, convection