

木星大気雲対流の直接数値計算: 雲対流の間欠性に関する考察

Numerical Modeling of Moist Convection in Jupiter's Atmosphere: the mechanism of the intermittent cloud activity

杉山 耕一郎^{1*}, 中島 健介², 小高 正嗣³, 石渡 正樹³, 倉本 圭³, 西澤 誠也⁴, 高橋 芳幸⁵, 林 祥介⁵

Ko-ichiro SUGIYAMA^{1*}, Kensuke Nakajima², Masatsugu Odaka³, Masaki Ishiwatari³, Kiyoshi Kuramoto³, Seiya Nishizawa⁴, Yoshiyuki O. Takahashi⁵, Yoshi-Yuki Hayashi⁵

¹ 北大・低温研, ² 九大理・地球惑星科学, ³ 北大理・宇宙理学, ⁴ 理化学研究所 AICS, ⁵ 神戸大理・地球惑星科学

¹Institute of low temperature science, Hokkaido University, ²Graduate school of Science, Kobe University, ³Department of Cosmo-science, Graduate School of Science, Hokkaido University, ⁴RIKEN AICS, ⁵Graduate school of Science, Kobe University

木星大気雲層の平均的な温度、凝結物、凝結成分気体の鉛直分布は、内部加熱/放射冷却によって駆動される多数の雲の生成消滅が繰り返された結果として維持されるものである。この問題に取り組むために、我々は H₂O と NH₃ の凝結と NH₄SH の生成反応を考慮した 2 次元雲解像モデルを開発し、それをを用いて雲層において実現べき大気構造の調査を行ってきた (Sugiyama et al., 2009, Nagare Multimedia; Sugiyama et al., 2011, GRL, 38, L13201). Sugiyama et al. (2011) の得た大きな特徴は、間欠的に強い積雲が H₂O 凝結高度から対流圏界面まで発達することである。雲対流に伴う鉛直輸送によって、平均的な凝結物分布や温度分布は従来の平衡熱力学計算の結果を元にした 3 層構造から大きく変化する。しかし、彼らは、雲対流構造の変動や平均的大気構造を示すことに注力していたため、雲対流活動の間欠性に関する考察を十分行っていない。そこで、本発表ではより詳細に上記の特徴を調べ、それをもたらすメカニズムに関して議論する。

間欠的な雲対流活動に対応して雲層内で得られるノコギリ歯状の温度変化は、活発な積雲の発達に伴って発生する潜熱が放射の代替として与えた一様冷却に比べて非常に大きいことを意味する。活発な積雲活動が開始する時刻では、雲層上部で駆動される下降流が H₂O 凝結高度より下方まで到達し、それが潜在的な不安定を解放するトリガーとなっている; 補償流としての上昇流によって活発な積雲が発生する。活発な積雲活動が終了する時刻では、凝結性成分を多く含む相対的に重い気塊が H₂O 凝結高度から対流圏界面まで上昇できなくなる。この状態は定量的には雲仕事関数 (浮力の鉛直積分, Arakawa and Schubert, 1974) の値がゼロとして表すことができる。間欠性の周期はおおよそ活発な積雲活動による温度上昇と冷却率によっておおまかに見積もることができる。

キーワード: 木星大気, 湿潤対流, 数値計算, 雲解像モデル

Keywords: Jupiter's atmosphere, moist convection, numerical modeling, cloud resolving model