

## 木星大気雲対流構造に関する数値的研究

杉山耕一郎 (北海道大学低温科学研究所)

利用カテゴリ XT4B

木星大気雲層の平均的な大気構造と流れ場の様相は、内部熱源や放射冷却/加熱によって駆動される多数の雲の統計的寄与によって実現されるものである。雲層の平均的な大気構造は、従来の研究においては、鉛直 1 次元の平衡雲凝結モデル (ECCM) によって考えられてきた。ECCM の結果は平均的な大気構造として広く受け入れられているが、ECCM では考慮されていない力学や雲微物理過程によって平均的な大気構造は変化するだろう。そこで我々は、水平鉛直 2 次元の雲対流モデルを開発し、内部熱源や放射冷却/加熱を模した熱強制を与えた雲対流の直接数値計算を実行することで、統計的平衡状態として実現する平均的な大気構造や流れ場を調べてきた (Sugiyama *et al.*, 2009, 2011(accepted))。

今年度は、まず始めに、雲対流モデルの 2 次元から 3 次元への拡張に取り組み、何通りものテスト計算を段階的に実行した。具体的には、音波の伝播や温位の移流といった単純なテスト計算、Hueso and Sanchez-Lavega (2001) で行われたような 1 つの雲の生成消滅をシミュレートすることを目的とした数値実験、系を 2 次元に縮退させることで実行した Sugiyama *et al.* (2009) の再現計算 (Fig.1), が挙げられる。得られた結果の妥当性やこれまでに得られた結果 (流れ場のパターン、水・硫化水素アンモニウム・アンモニア雲の共存、など) との比較検討を行い、2 次元から 3 次元への拡張が成功したことを確認した。

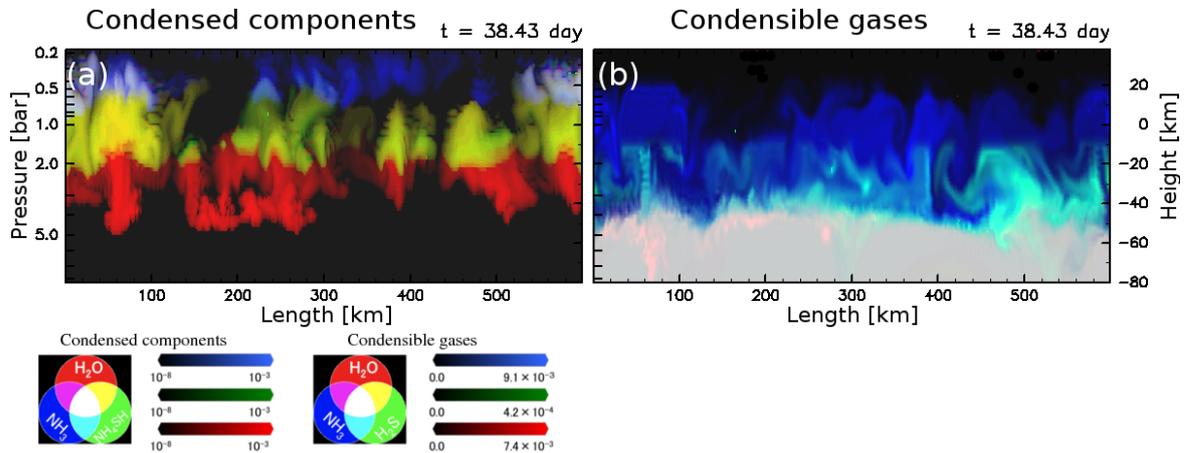


図 1: Sugiyama *et al.* (2009) の再現実験より得られた (a) 凝結物分布と (b) 凝結成分気体の分布。凝結物の混合比の表現方法は  $H_2O$  雲混合比を赤色の濃淡で、 $NH_4SH$  雲混合比を緑色の濃淡で、 $NH_3$  雲混合比を青色の濃淡で表現し、複数の種類の雲が共存する領域はそれぞれの色の合成色で表現する。凝結成分気体の混合比の表現方法も同様であり、 $H_2O$  蒸気の混合比を赤色の濃淡で、 $H_2S$  蒸気の混合比を緑色の濃淡で、 $NH_3$  蒸気の混合比を青色の濃淡で表現する。

雲対流モデルの改良を終えた後に、3次元の木星雲対流の直接数値計算を実行した。統計的平衡状態に至るまでのCPU時間を節約するために、Sugiyama *et al.* (2009)と同様に、放射冷却を模した熱強制の大きさを木星大気で想定される大きさよりも非常に大きくした。ECCMで凝結が予想されている $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{NH}_3$ の凝結と $\text{NH}_4\text{SH}$ の生成反応を考慮し、凝結成分気体の存在度は太陽組成と同程度とした。現状では積分時間が十分でなく、予備的な結果が得られたにすぎないが、2次元の雲対流モデルを用いた場合と同様の大気構造の特徴が見られた。すなわち、1)  $\text{H}_2\text{O}$ 凝結高度に安定層が形成され、その高度を境に鉛直方向に流れ場が分割されること、2)  $\text{H}_2\text{O}$ 雲が $\text{NH}_4\text{SH}$ 生成高度と $\text{NH}_3$ 凝結高度を超えて対流圏界面付近まで上昇すること、である。さらに数値積分を進め、得られた結果を従来の理論的・観測的研究と比較検討することは今後の課題である。