

木星型惑星大気の雲対流構造に関する数値的研究

杉山耕一郎 (松江工業高等専門学校 情報工学科)

利用カテゴリ 利用カテゴリ XC-B

木星型惑星大気では、 H_2O 、 NH_3 、 CH_4 などの主成分よりも分子量の大きい成分の凝結が対流運動を抑制する可能性がある (Guillot, 1995). それらの成分の凝結によって生じる雲に加えて、 NH_3 と H_2S の化学反応によって生じる NH_4SH の形成が重要な雲形成プロセスとして予測されている. 化学反応は凝結と同様に、主成分よりも分子量の大きい大気成分を消費するため、 NH_4SH の生成も対流を抑制すると予想される. しかし、抑制の程度や、対流を本当に抑制できるかどうかについては十分に調査されていない. そこで本研究では NH_4SH 生成による対流抑制が現れると考えられるパラメタ範囲において得られる対流構造を調べることを目的とする.

数値モデルとして、Sugiyama et al. (2009) で開発した木星型惑星の全凝結性成分を考慮した雲解像モデルを用いる. 計算時間の節約のために放射の代替として与える熱強制の値は木星大気の典型的な値の約 100 倍とした. この値は Nakajima et al. (2000) や Sugiyama et al. (2009) で用いられた値である. 系には木星を模した温度圧力条件を与え、計算領域は水平方向に 1024 km、鉛直方向に 300 km とする. 解像度は水平方向と鉛直方向共に 2 km とする. 下部境界での温度圧力は熱平衡計算 (Sugiyama et al., 2006) に基づいて決定した. 下部境界での H_2O 、 NH_3 、 H_2S の存在度を太陽組成の 0.0001 倍から 100 倍までそれぞれ段階的に変化させる.

H_2O の存在度を極端に少なくし、 NH_3 と H_2S の存在度を NH_4SH 生成反応に伴う対流抑制の閾値よりも大きくしたケースにおいて、活発な積雲が発生している時刻でのスナップショットを図 1 に示す. この時刻では図 1 (a) で白色で示されるように、活発な対流に伴って NH_4SH の雲が対流圏界面 (0.1 bar 面高度) まで上昇する様子が見られる. 強い積雲が発達しつつある領域 (図 2 の点線の枠内) に着目すると、強い上昇流が見られる高度は NH_4SH 生成高度よりも上空の 2 bar 面高度付近である. NH_4SH 生成高度においては化学反応熱に伴う温位上昇が確かに生じているが、分子量効果のために浮力が得られず、 NH_4SH 生成高度では強い鉛直流が生じない、 NH_4SH 生成高度で発生した雲は水平方向に広がる傾向が見られる. 以上のように、化学反応と分子量効果の組み合わせで生じる対流抑制は雲対流の構造に影響を及ぼすことが確認できた.

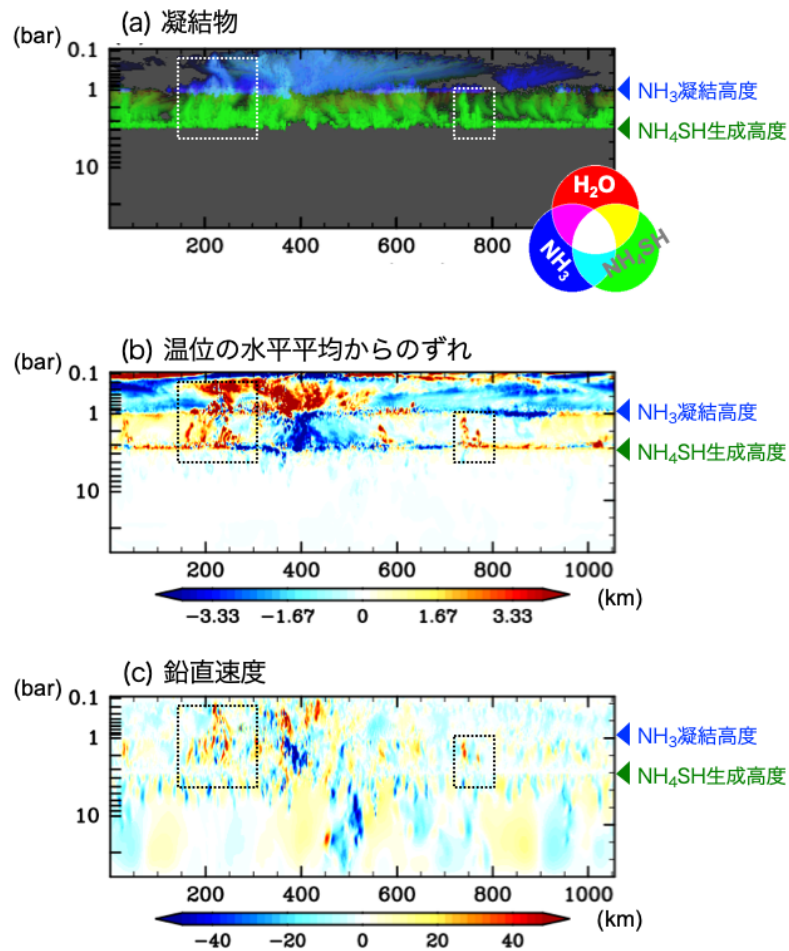


図 1: NH_3 と H_2S の存在度を太陽組成の 100 倍とし、 H_2O の存在度を太陽組成の 0.0001 倍とした時に得られた (a) 凝結物, (b) 温位の水平平均値からのずれ, (c) 鉛直速度, の分布. 凝結物は NH_3 , NH_4SH , H_2O のそれぞれの混合比を青色, 緑色, 赤色の濃淡で示し, 複数の凝結性成分が存在する領域はそれらの色の RGB 合成色で示す. 白色は全ての凝結性成分の存在を意味する. 図中の点線は強い積雲の発達している領域を示す.