

H₂O, NH₃, NH₄SH の凝縮を考慮した木星大気雲対流モデルの開発Development of a moist convection model for the Jovian atmosphere including H₂O, NH₃, and NH₄SH clouds

杉山 耕一郎 [1]; 北守 太一 [1]; 小高 正嗣 [1]; 中島 健介 [2]; 林 祥介 [1]

Ko-ichiro SUGIYAMA[1]; Taichi Kitamori[1]; Masatsugu Odaka[1]; Kensuke Nakajima[2]; Yoshi-Yuki Hayashi[1]

[1] 北大・理・地球惑星; [2] 九大・理院・地惑

[1] Earth and Planetary Sci., Hokkaido Univ.; [2] Dept. of Earth & Planetary Sci., Faculty of Sci., Kyushu Univ.

<http://www.gfd-dennou.org/arch/sugiyama/>

木星大気では活発な雲対流が生じていると考えられている。例えばガリレオ探査機の SSI(solid state imager) の撮像した画像に様々なスケールの雲と雷放電が捉えられている。地球の雲対流と同様に、木星の雲対流も潜熱と反応熱の放出と雲粒による放射加熱および冷却を通して、木星大気の循環構造と物質分布の決定に重要な役割を担うと考えられる。Nakajima et al (2000) は 2 次元モデルを用いて木星の雲対流の数値シミュレーションを実行し、多数の雲の生成消滅が繰り返された結果として決まる循環構造を調べた。彼らは、対流運動が水の凝縮に起因する安定成層を境に上下に分離した「二階建て対流」であることと、地球大気に比べ対流セルの縦横比が 1 に近いことを示した。

しかし Nakajima et al. (2000) では、放射強制の値をガリレオ探査機の測定値に比べ 2 桁大きな値とし、また、アンモニアの凝縮と硫化アンモニウム生成反応を考慮していない。放射強制の値を 2 桁大きくしているために、彼らの示した対流セルは現実の木星大気の対流セルに比べ、横幅の狭い構造になっている可能性がある。また、アンモニアの凝縮と硫化アンモニウム生成反応を考慮した場合には、安定度の鉛直分布の変化に伴い、流れ場がさらに鉛直方向に分割される可能性がある。実際に我々の行った熱平衡計算によると、アンモニアの凝縮と硫化アンモニウム生成反応にともなう安定成層は、水の凝縮にともなう安定成層に比べ無視できないことが示されている (Sugiyama et al., 2006)。以上より、木星雲対流の構造の理解のためには、雲物理過程にアンモニアの凝縮と硫化アンモニウム生成反応を加え、しかも、より現実的な強度の放射強制を与えた数値モデリングを行う必要がある。木星大気で最も広範に観測される雲がアンモニア雲であることを考慮すれば、このような多成分雲物理の導入は、観測される雲分布との直接的比較のためにも不可欠である。

本研究では Nakajima et al. (2000) よりも現実の木星大気に近い放射強制と複数の凝縮成分の凝縮と生成反応を考慮した雲対流の数値シミュレーションを実行することを目的とし、複数の凝縮成分を取り扱うことのできる 2 次元雲対流モデルの開発を行う。雲対流モデルの力学過程として準圧縮系方程式を利用する。モデルの湿潤過程は Nakajima et al. (2000) と同様に、暖かい雨のバルク法のパラメタリゼーションを利用する。このパラメタリゼーションでは、各凝縮成分を、蒸気、雲粒、雨粒の 3 つにカテゴリ分けし、本来は雲微物理過程による計算が必要な各カテゴリ間の変換はパラメタライズして扱う。この際、水とアンモニアと硫化アンモニウムは互いに混合せず、溶液や固溶体を作らないと仮定する。放射強制は高度のみに依存するパラメタとして与える。

現在は雲対流モデルがおおむね完成し、各種のテストを行っている段階である。発表では、より現実の木星大気に近い放射強制と複数の凝縮成分を考慮することによって、Nakajima et al (2000) の循環構造がどのように変化するかを議論する予定である。