

惑星大気大循環モデルの開発 - 地球大気計算と大循環の自転軸依存性 - Development of a general circulation model for planetary atmospheres : Simulation of the Earth's atmosphere

井谷優花¹, 高橋 芳幸^{2*}, 林 祥介¹, 石渡 正樹³, 中島 健介⁴

Yuka Itani¹, TAKAHASHI, Yoshiyuki O.^{2*}, HAYASHI, Yoshi-Yuki¹, ISHIWATARI, Masaki³, NAKAJIMA, Kensuke⁴

¹ 神戸大学大学院理学研究科, ² 惑星科学研究センター, ³ 北海道大学大学院理学研究院, ⁴ 九州大学大学院理学研究院
¹Department of Earth and Planetary Sciences, Kobe University, ²Center for Planetary Science, ³Department of CosmoSciences, Hokkaido University, ⁴Department of Earth and Planetary Sciences, Kyushu University

太陽系には大気を持つ複数の惑星があり、それぞれ異なる表層環境・大気大循環構造が維持されている。また、これまでに太陽系外にも多数の惑星が発見されており、その中には大気を持ち太陽系内の惑星とは異なる表層環境を持つ惑星が存在していると考えられる。そのような様々な惑星において実現される表層環境と大気大循環構造を調べることを目的として、我々は惑星大気大循環モデルを開発している。今回は、モデル開発の現状、地球条件での実験の結果、そしてモデルと地球観測結果との比較の結果を紹介する。また、系外惑星を念頭に置いて行った、自転軸傾斜角を変化させて行った実験について報告する。

開発している惑星大気大循環モデル (dcpam) は、プリミティブ方程式に基づくスペクトルモデルである。物理過程としては、地球大気および火星大気のための放射過程、乱流混合、積雲対流パラメタリゼーションと大規模凝結過程を導入している。大気中の雲水量は、乱流混合、積雲対流パラメタリゼーションと大規模凝結過程による生成、およびある一定の時定数での消滅を考慮した、簡単な予報方程式から計算する。現在のところ、各格子点での雲量は1としている。地表面温度は、地表面での熱収支式と土壌の熱伝導方程式を解くことによって求める。また、土壌水分量はバケツモデルによって計算する。海表面温度は、設定によって地球の気候値を与えるか、スラブオーシャンの設定で計算する。

まずは、海表面温度やオゾン分布などとして気候値を与えた計算において、雲水の寿命を変えたパラメータ実験により、モデルを地球大気にチューニングした。用いた解像度は T42L22 であり、緯度傾度格子間隔は約 2.8 度に相当し、鉛直総数は 22 である。チューニングにおいては、与えた各寿命における大気上端での放射フラックス収支を調べ、収支の合う最適な雲水の寿命を選択した。チューニングの結果得られた地球実験の結果を観測結果と比較したところ、全球平均熱収支としては、長波放射、短波放射、潜熱、顕熱フラックスなどは、およそ観測結果と 5 W m^{-2} 程度の差に収まっていた。しかし、地表面における短波放射フラックスには 12 W m^{-2} 程度の差が見られた。東西平均循環に関しては、モデルは観測される大まかな特徴を捉えているものの、子午面循環強度や特に成層圏での東西風や温度の分布が観測結果とに明らかな違いが見られた。

講演では、これらの比較結果をより詳しく紹介するとともに、モデルを使って並行して行った、自転軸傾斜角を変えた実験について報告する予定である。

キーワード: 惑星大気, 大気大循環モデル, 地球

Keywords: planetary atmosphere, general circulation model, Earth