

大気大循環モデルを用いた地球気候の太陽定数依存性に関する数値実験

A numerical study on dependence of the Earth's climate on solar constant with a general circulation model

松田 幸樹²、高橋 芳幸²、*石渡 正樹¹、林 祥介²

Kouki Matsuda², Yoshiyuki O. Takahashi², *Masaki Ishiwatari¹, Yoshi-Yuki Hayashi²

1. 北海道大学大学院理学院宇宙理学専攻、2. 神戸大学大学院理学研究科惑星学専攻

1. Department of Cosmosciences, Graduate school of Science, Hokkaido University, 2. Department of Planetology, Graduate School of Science, Kobe University

惑星気候の多様性を考える上で、太陽定数は重要なパラメータの一つである。惑星気候の太陽定数依存性は、南北1次元エネルギーバランスモデルや大気大循環モデルを用いて調べられてきた(例えば Ishiwatari et al., 2007)。これらの先行研究では、全球が海で覆われた惑星(海惑星)設定を用いて、太陽定数に応じて全球凍結解・部分凍結解・氷なし解・暴走温室解が存在すること、ある太陽定数の範囲において多重解が存在することなどが議論されてきた。しかし、海陸分布や大気組成を意識した非灰色放射や雲の影響は考慮されてこなかった。本研究では、惑星大気大循環モデルDCPAMを用いて、地球の海陸分布や大気組成を与えた実験を行い、地球気候の太陽定数依存性を明らかにし、様々な物理量の太陽定数依存性について考察した。

本研究で用いたモデルは、我々が構築を進めている惑星大気大循環モデル DCPAM (<http://www.gfd-dennou.org/library/dcpam/>) である。このモデルは、プリミティブ方程式系に基づくスペクトルモデルである。物理過程パラメタリゼーションスキームとして、乱流混合スキーム (Mellor and Yamada (1982) level 2.5)、氷相を含むように拡張された Relaxed Arakawa-Schubert 積雲対流パラメタリゼーション (Moorthi and Suarez, 1992) と Le Treut and Li (1991) による非対流性凝結パラメタリゼーション、そして地球大気用の放射スキーム (Chou et al., 2001 等) を使用している。また、陸面では、熱伝導方程式を解くことで温度を求め、バケツモデル (Manabe, 1969) を用いて土壌水分を計算する。また、本研究では現在の地球とは異なる太陽定数を与えた計算を行うため、深さ 60 m の板海 (slab ocean) として計算した。このモデルを用いて、 1100 Wm^2 から 1500 Wm^2 までの太陽定数を与え、また複数の初期条件を与えて 12 個の実験を行った。用いた解像度は T21L26 である。

複数の太陽定数における年平均場の気候構造や太陽定数と氷線緯度の関係を調べ、地球の海陸分布や大気組成を考慮した大気大循環モデルの実験において Ishiwatari et al. (2007) と同様に、全球凍結解、部分凍結解、氷なし解が存在するか否かを確認した。また、大気大循環モデルと 1 次元エネルギーバランスモデルを用いて、同一の太陽定数において、異なる氷線を持つ部分凍結解を調べ、系の初期値依存性に関する検討も行なった。講演ではその結果について示す予定である。

キーワード：気候、太陽定数、大気大循環モデル、エネルギーバランスモデル、全球凍結状態、暴走温室状態
Keywords: climate, solar constant, atmospheric general circulation model, energy balance model, globally ice-covered state, runaway greenhouse state