

修 士 学 位 論 文

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的研究

2018 年 2 月 2 日

専 攻 名 : 惑星学専攻

学籍番号 : 163s409s

氏 名 : 松田 幸樹

神戸大学大学院理学研究科博士前期課程

論文要旨

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。南北 1 次元エネルギーバランスモデルを用いた先行研究 (例えば, Budyko, 1969) において、惑星気候の太陽定数依存性が調べられた。それによると、太陽定数に応じて全球凍結解、部分凍結解、氷なし解という 3 つの状態が現れること、および、ある太陽定数に対して複数の解 (多重解) が解となることが示された。また、大気大循環や惑星放射の射出限界を陽に計算できる大気大循環モデルを用いた先行研究においても惑星気候の太陽定数依存性が調べられ、EBM で得られた 3 つの解や多重解が現れることが確認された (例えば, Ishiwatari et al., 1007)。さらに、GCM を用いた研究では、EBM では見られなかった暴走温室状態が存在することが確認された。上記で挙げた 2 つの先行研究では、海陸分布や大気組成の影響を考慮していない。本研究では、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を用いて、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。

まず、標準実験を行い、本モデルの結果と NCEP の再解析データを比較した。すると、モデルの結果は NCEP の再解析データで見られた特徴を大まかにつかんでいた。

次に、地球気候の太陽定数増減実験を行った。その結果、様々な物理量の太陽定数依存性について考察した。例えば、太陽定数が大きくなると、年平均地表面温度の南北差は小さくなる。このことは、太陽定数が大きくなるにつれて大気中の水蒸気量も多くなり、潜熱輸送量が大きくなることが原因であると考えられる。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も、全球凍結解、部分凍結解、氷なし解が存在することが確認された。また、北半球と南半球で異なることが分かった。地球気候の太陽定数依存性を調べる中で、部分凍結解の初期値依存性が現れることがわかった。そこで本研究では、南北 1 次元エネルギーバランスモデルを用いて、部分凍結解の初期値依存性を調べた。その結果、南北 1 次元エネルギーバランスモデルにおいても部分凍結解の初期値依存性は現れ、この初期値依存性は水平格子点数を大きくすると小さくなることがわかった。また、サブグリッドスケールの氷面積を考慮したアルベド分布を用いると、低解像度でも部分凍結解の初期値依存性は現れないことがわかった。

本研究では、暴走温室解を見つけることができなかった。また、海陸分布の影響や大気組成の影響がどの程度あるのかということは調べなかった。これらに

関してはさらなる検証が必要である.