

# 第 1 章

## 結論

本研究では、太陽定数を変化させると地球気候がどのように変化するのかを調べた。ここで、地球気候を考えるにあたって、現在の地球の海陸分布、大気組成等を考慮した。以下に実験結果についてまとめる。

地表面温度は太陽定数が増加するにつれて大きくなる。また、基本的に太陽定数が増加するにつれて南北温度差が小さくなる。これは太陽定数が増加するにつれて水蒸気量も増加し、潜熱の南北熱輸送量が増えるからと考えられる。しかし、全球凍結解は地表面温度が低く、水蒸気量も少ないので潜熱の南北熱輸送フラックスが少ないため、南北温度差は小さい。全降水量は太陽定数が増加するにつれて大きくなる。また、太陽定数が大きくなるにつれて赤道域での降水量の最大値は大きくなる。ただし、中緯度高圧帯より低緯度に氷線がある場合、中緯度高圧帯より高緯度側でも降水量は少ない。質量流れ関数の赤道域における上昇域は、太陽定数が増加するにつれて南方向へ移動する。質量流れ関数の最大値は部分凍結解のときが最大である。部分凍結解に着目すると、質量流れ関数の最大値は、北半球では太陽定数が増加してもそれほど変化しないが、南半球では太陽定数が増加するにつれて減少する。

氷線緯度と太陽定数の関係について考える。本研究の設定では、このとき、地球の気候状態として、全球凍結解、部分凍結解、氷なし解の 3 つの解が存在することが確認できた。ただし、南半球では氷なし解を得ることができなかった。また、両半球ともに暴走温室解は得ることができなかった。太陽定数が大きくなると東西風速が大きくなり CFL 条件が厳し

くなる等, 計算設定を変えなければならず, 今後の課題である.

また, 北半球では 18 度より低緯度に, 南半球では 15 度より低緯度に氷線を持つ部分凍結解は得られていない. 一方, 北半球では 65 度より高緯度に氷線を持つ部分凍結解は得られていない. 以上のことから, 両半球ともに大氷冠不安定, 北半球においては小氷冠不安定が存在するように考えられる. その不安定の存在を明らかにするには, この領域に氷線をもつ部分凍結解を初期条件として与え, その解が維持されるか確認すればよい. これは今後の課題である.

太陽定数  $1400 \text{ W m}^{-2}$  の場合初期値によって複数の部分凍結解が得られた. 具体的には,  $280 \text{ K}$  の等温大気を初期条件として与えると氷線緯度は 68 度, 太陽定数を  $1500 \text{ W m}^{-2}$  とし  $280 \text{ K}$  の等温大気を初期値として 84 年計算したものを初期条件として与えると氷線緯度は 76 度となった. 氷線近傍の地表面温度を比較すると, 凍り始めの格子点は 2 格子点ずれることが分かった. 連続系であれば解は一意に求まるはずであるので, この部分凍結解の初期値依存性は離散系であることが原因の一つであると考えられる. より詳細に部分凍結解の初期値依存性を調べるために南北一次元エネルギーバランスモデルを用いて実験を行った. その結果, 南北一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見付き, 解像度を大きくするとその初期値依存性は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を用いると, 低解像度でも部分凍結解の初期値依存性は見つからないことがわかった. 従って, サブグリッドスケールの氷面積を考慮したアルベドを用いると, GCM においても低解像度で部分凍結解を一意に求めることができると考えられる. 部分凍結解を一意に求めることも今後の課題である.

以上より, 地球の気候は太陽定数によって全球凍結状態, 部分凍結状態, 氷なし状態の 3 つの状態を取り得ることがわかった. 今後の課題としては, 上記の部分凍結解の初期値依存性をなくし, 陸がない全球海惑星との比較を行いたい.