

## 大気大循環モデルで得られる気候のレジームダイアグラム: 惑星表面上に液体の水が存在する条件の解明に向けて

A Climate regime diagram obtained by a general circulation model: Toward the investigation on presence condition for liquid water

# 石渡 正樹 [1]; 中島 健介 [2]; 森川 靖大 [3]; 高橋 芳幸 [4]; 小高 正嗣 [3]; 林 祥介 [3]; 地球流体電脳倶楽部 林 祥介 [5]  
# Masaki Ishiwatari[1]; Kensuke Nakajima[2]; Yasuhiro Morikawa[3]; Yoshiyuki O. Takahashi[4]; Masatsugu Odaka[3]; Yoshi-Yuki Hayashi[3]; Hayashi Yoshi-Yuki GFD Dennou Club[5]

[1] 北大・地球環境; [2] 九大・理院・地惑; [3] 北大・理・宇宙理学; [4] 神戸大・理; [5] -

[1] Faculty of Environmental Earth Science, Hokkaido University; [2] Dept. of Earth & Planetary Sci., Faculty of Sci., Kyushu Univ.; [3] Department of CosmoSciences, Hokkaido Univ.; [4] Dept. of Earth & Planetary Sciences, Kobe Univ.; [5] -

生命の存在にとって惑星表面上に液体の水が存在することは必須の条件であるという議論がなされている。本講演では、液体の水の存在条件に関して、これまでに大気大循環モデル (GCM) を用いて得られた筆者達の研究結果を紹介し、今後の展望を論じる。

惑星表面上における液体の水の存在条件を考える上で暴走温室状態と全球凍結状態の発生条件は重要な役割を果たす。暴走温室状態は惑星大気が射出できる放射量を越えたエネルギー流入が与えられた場合に発生する状態であり、表層に存在する水は最終的に蒸発する。一方、全球凍結状態は惑星表面が全て氷に覆われた状態であり表層に液体の水は存在しない。液体の水が存在するためには、暴走温室状態も全球凍結状態も発生してはならない。

我々は、GCM を用いて暴走温室状態および全球凍結状態に関する数値計算をおこない、太陽定数の値に応じてどのような気候状態が発生するかを示す気候レジームダイアグラムの作成をおこなってきた (Ishiwatari et al., 2007)。我々が用いた GCM は、放射過程として灰色放射を扱うなど、簡略化した物理過程を含むものである。自転角速度、惑星半径、日射南北分布の関数形などの外部パラメータは現在の地球に準拠して設定し、太陽定数を変化させたパラメータスタディをおこなった。その結果、中間的な太陽定数の値に対しては、全球凍結状態・部分凍結状態に加え暴走温室状態を含む多重解が存在することが示された。太陽定数が増大した条件下では暴走温室状態のみが許容され、太陽定数が減少した条件下では全球凍結状態のみが許容される。我々の GCM では、氷境界緯度が 22 度となる部分凍結状態が得られた。この状態は、全球凍結状態の記述で用いられる南北 1 次元エネルギーバランスモデル (Budyko, 1969; Sellers, 1969) の結果よりも低緯度まで氷が到達した状態である。

上述の我々の結果は、現在の地球条件に準拠して決めた計算設定において得られたものである。過去の太陽系や系外惑星系における暴走温室状態や全球凍結状態の発生条件についての考察へ進むためには、現在の地球条件だけでなく様々な状況を想定した計算が必要となる。既に Abe et al. (2005) が過去の火星を想定した場合における全球凍結状態の発生条件を考察しており、今後は更に多くの場合について気候状態の探索、および計算で得られる大気構造に関する考察をおこなうべきであると考えられる。そのためには、条件設定の変更が容易な GCM、その結果を解釈するための低次元モデル (鉛直 1 次元モデル、2 次元軸対称モデル等) を用意し整備していく必要があるだろう。