

全球大循環モデルを用いた濃厚二酸化炭素大気における火星古気候シミュレーション
Simulation of the early Martian climate with denser CO₂ atmosphere using a general circulation model

*鎌田 有紘¹、黒田 剛史¹、笠羽 康正¹、寺田 直樹¹

*Arihiro Kamada¹, Takeshi Kuroda¹, Yasumasa Kasaba¹, Naoki Terada¹

1.東北大学大学院理学研究科

1.Graduate School of Science, Tohoku University

現在の火星表面には、液体が流れた跡と考えられる地形が数多く発見されている。これが液体の水によるという前提のもと、太古の火星は温暖環境であったと考えられてきた。しかし、38億年程度前、すなわち太陽日射量を現在の75%としたより高圧の二酸化炭素大気を想定した火星大気大循環モデル[Forget et al., 2013]では、地表面気圧を7気圧程度まで上げてても地表温度は最高250K程度に留まり、水の融点に達しない。

我々は、太古の火星大気環境の再現を狙い、火星大気大循環モデルDRAMATIC MGCM [e.g., Kuroda et al., 2005]を援用した同様のシミュレーションを試みた。初期試行として、まず純粋CO₂大気を想定し、全球平均地表面気圧を0.1~5.1気圧の間で設定したシミュレーションを行った。Forget et al. [2013]と同様に火星の自転軸傾斜・離心率は現在と同じとし、またForget et al. [2013]では考慮していない非常に弱い(光学的厚さ0.01)ダストの放射効果を取り入れた。日射量は約38億年前の火星環境を想定して現在の75%とした。Forget et al. [2013]で導入されたCO₂氷雲の放射効果は、まだ導入していない。

CO₂平均大気圧が1気圧未満の場合、全球平均地表面温度は放射平衡温度である192Kにほぼ等しくなった。これは、太陽光強度がより弱い環境下では現在よりも寒冷化し、15μm帯CO₂赤外吸収帯による温室効果が働きにくくなることを意味する。また、CO₂平均大気圧が1気圧以上の場合、全球平均地表面温度は気圧とともに上昇して昇華温度に近くなり、全球的な温度分布でも昇華点近傍(200-210K)の緯度領域が広がった。これは、昇華・凝結によって生じる潜熱が温度の安定化をもたらしているためと考えられる。ただしForget et al. [2013]では、平均地表面温度が我々の今回結果に比べてCO₂平均大気圧が2-3気圧の時に約30K高くなり、その後は気圧とともに差は縮まっていき、5気圧でほぼ一致した。この相違の理由は2つ考えられる。1つ目は、我々のモデルに含まれないCO₂氷雲の影響である。我々のモデル結果ではCO₂平均大気圧3気圧以下においてCO₂氷雲量が気圧とともに増大しており(3気圧以上ではほぼ一定)、光学的に厚くなることで極域赤外放射の吸収によるより大きな温室効果が生じることが考えられる。2つ目は、地表面アルベドの影響である。Forget et al. [2013]と我々のGCMではCO₂積雪がある場所のアルベドの値が異なり(Forget et al. [2013]では0.5なのに対し我々のGCMでは0.65)、この影響により積雪域の面積が拡大した2-3気圧において、我々の結果では地表面温度が低温となったことが考えられる。

キーワード：火星、古気候、大気大循環モデル

Keywords: Mars, Paleoclimate, General circulation model