

初期火星の大気水圏環境の推定に基づく有機物生成

古川善博¹, 寺田直樹¹, 黒田剛史¹, 石田章純¹, 掛川武¹

1: 東北大学理学研究科

多くの探査によって、現在の火星表層環境が理解されつつあり、これに基づいて過去の火星環境の推定も進んでいる。また、火星生命の存在が議論され、その発見を目的とした火星探査が世界的に行われるようになってきている。初期地球でどのように生命やその材料分子が誕生したのかという研究は長らく行われているが、火星でどのように生命材料分子が生成しうるのかという議論は進んでいない。これには、火星の環境推定と初期地球研究で行われているような模擬実験を組み合わせた研究が効果的であり、本サテライトでは、水と生命構成分子の原料に着目した初期火星表層の大気水圏環境モデリングとそれらの材料を用いたアミノ酸、糖の合成実験を行い、初期火星の表層環境の変遷とそこで生成しうる生命材料分子について明らかにすることを目標としている。

火星に海が存在したノアキアン期の大気組成は、当時の生命材料分子の生成効率を大きく左右する。東北大サテライトでは、ノアキアン期に形成され現在も火星表層に残る流水地形から、それを再現する大気水圏結合モデルによる表層環境の推定を行った。その結果、水素と窒素をわずかに含む二酸化炭素大気を仮定した場合に、流水が発生する温度環境が得られ、火星表層の流水地形を再現できることを明らかにした[1]。

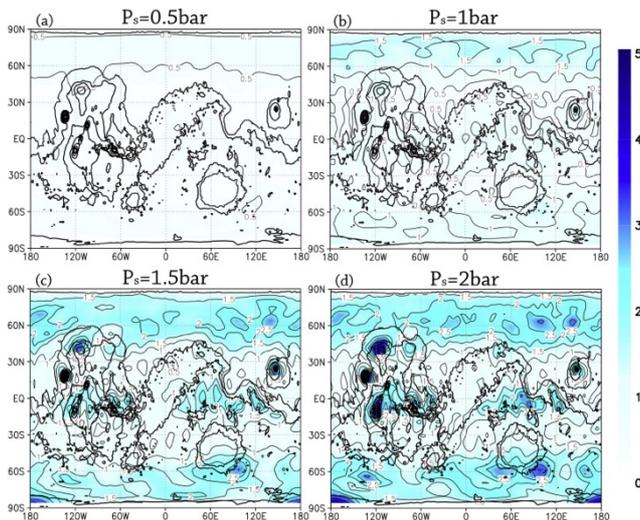


図1: ノアキアン火星の大気圧の違いによる降水の違いの推定 (Kamada et al., 2020)

当時の火星でタンパク質や核酸の材料分子がどのように生成するのかわかりませんが、東北大サテライトでは、流水地形モデルに整合的でやや有機物が生成しにくい大気組成を想定し、ノアキアン火星海洋への隕石/小惑星衝突模擬実験を行った。これによって、大気中の二酸化炭素と窒素が隕石に含まれる金属鉄により還元され、アミノ酸やアミンなどの有機物生成が生成することを明らかにした[2]。さらに、そのような衝突では、糖やアミノ酸の材料となるホルムアルデヒドも生成することが明らかになった[3]。

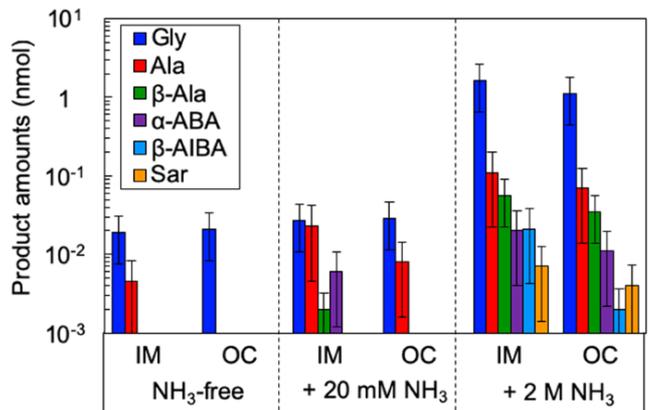


図2: 衝突実験で生成したアミノ酸 (Takeuchi et al., 2020)

参考文献:

- [1] Kamada A., Kuroda T., Kasaba Y., Terada N., Nakagawa H., Toriumi K., A coupled atmosphere–hydrosphere global climate model of early Mars: A ‘cool and wet’ scenario for the formation of water channels. *Icarus* **338**, 113567 (2020).
- [2] Takeuchi Y., Furukawa Y., Kobayashi T., Sekine T., Terada N., Kakegawa T., Impact-induced amino acid formation on Hadean Earth and Noachian Mars. *Scientific Reports* **10**, 9220 (2020).
- [3] Masuda S., Furukawa Y., Kobayashi T., Sekine T., and Kakegawa T., Experimental Investigation of the Formation of Formaldehyde by Hadean and Noachian Impacts. *Astrobiology* **21**, 413-420 (2021).

