

# 電気化学進化モデルから探る宇宙における生命の起源

北台紀夫<sup>1,2</sup>, 中村龍平<sup>1,3</sup>, 山本正浩<sup>2</sup>

1: 東工大 地球生命研究所, 2: 海洋研究開発機構, 3: 理化学研究所

深海熱水噴出孔環境は、地球生命が誕生した可能性が最も高い場所として注目されている[1]。しかし、このような環境で生命の原材料である有機化合物が作り出されるメカニズムはまだよく分かっていない。本年度、我々は、初期海洋底の熱水噴出孔環境で生じていたと推測される電気化学反応場(図1)を室内実験で再現し、噴出孔の代表的な構成鉱物である硫化金属(鉄・銅・鉛・銀の硫化物)が電気還元によってメタルに変化することを実証した[1]。さらに途上で生じる硫化鉄と金属鉄の複合体が還元剤及び触媒となって、生命発生に不可欠な複数の有機化学反応を促進することも発見した(図1)。

深海熱水噴出孔環境では電流の発生(熱水発電)が普遍的に生じている[3,4]。一方、最近の観測によって、土星や木星の衛星(エンケラドスやエウロパ)や、形成初期の火星における活発な熱水活動の証拠が見つかるなど、深海熱水噴出孔は太陽系に遍在している[5]。

本研究では、熱水発電によって生命の原材料となる有

機化合物が生じるといふ、熱水のエネルギーを駆動力とした新たなメカニズムを突き止めた。今後、このメカニズムに対する金属の種類や電位条件の影響についての系統的な研究から、生命を生み出しうる環境条件の一端が明らかになり、宇宙における生命の普遍性や類似性を理解するための科学的基盤の構築につながると期待される。

## 参考文献:

- [1] 北台, 他: 2016, 地球化学, 50, 155–176.
- [2] Kitadai N. et al.: 2019, Science Advances, **5**, eaav7848.
- [3] Nakamura R. et al.: 2010, Angew. Chem. Int. Ed., **49**, 7692–7694.
- [4] Yamamoto M. et al.: 2017, Angew. Chem. Int. Ed., **56**, 5725–5728.
- [5] Hsu H.W. et al.: 2015, Nature 519, 207–210.

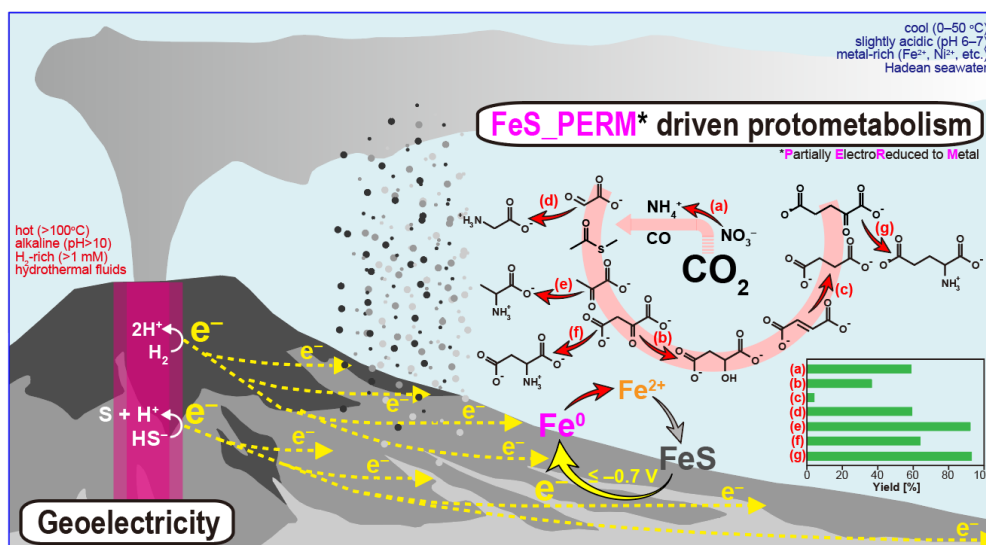


図1. 地球形成初期の深海底に幅広く分布していたと推定される熱水噴出孔の概念図。

熱水に含まれる水素や硫化水素は噴出孔の内側で酸化され、生じた電子が熱水と海水との電位差に沿って噴出孔の外側に流れることで、定常的な電流が発生する(熱水発電)[3,4]。一方、海水へ放出された熱水中の硫化水素は、海水中に含まれる $\text{Fe}^{2+}$ などの金属イオンと反応し、硫化金属の沈殿物を生じる。この沈殿物が噴出孔と海水との境界面で電気還元することで、硫化金属とメタルとの複合体(PERM; partially electroreduced to metal)が生成していたと想像される。本研究では、このような過程で生じたPERMが、生命発生に不可欠な有機化学反応を促進することを室内模擬実験で実証した。