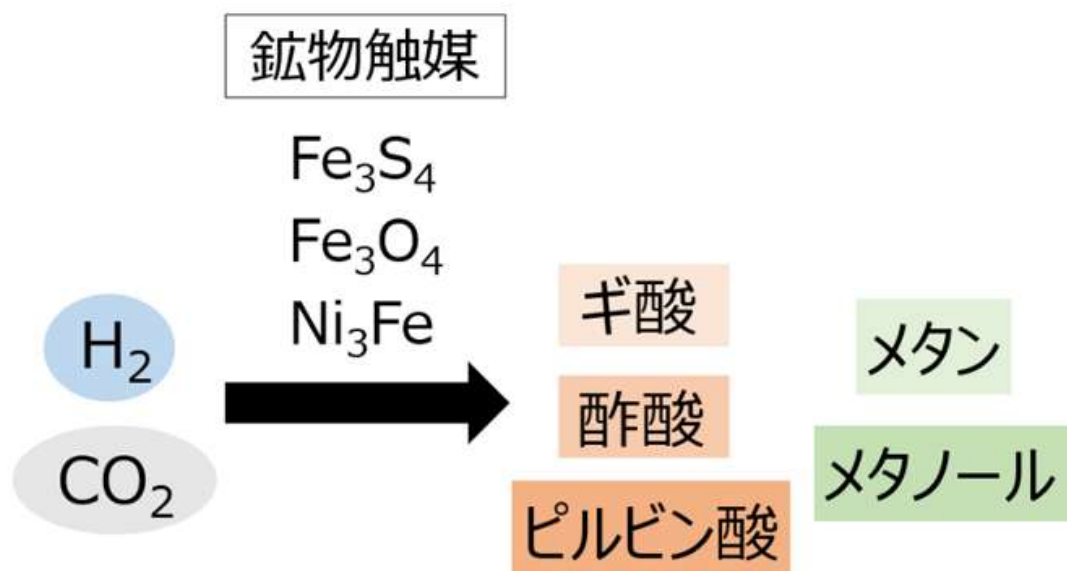


生命のもととなる可能性のある有機物の合成反応を実証

国立研究開発法人 産業技術総合研究所五十嵐 健輔 研究員らは、デュッセルドルフ大学、ストラスブール大学、マックスプランク石炭化学研究所、シャリテ・ベルリン医科大学と共同で、鉱物を触媒として用いて水素（H₂）と二酸化炭素（CO₂）から容易に有機物が合成できることを発見し、この反応によってできた有機物が生命誕生の基となった可能性を提案した。

生命は有機物で作られているが、最初の生命が誕生する際の有機物がどのようにできたのかについては謎が多かった。これまで、単純なガスから有機物が合成され、その集積を元にして生命が誕生したとする仮説が有力であった。地下から熱水が噴出する熱水噴出孔は、原始の地球にも多くあり、そこにはH₂とCO₂、触媒となりうる鉱物が豊富にあるので、生命の起源が誕生した場所の最有力候補として考えられてきた。

しかしこれまで、H₂とCO₂からの有機物の合成は、化学工業などにより数百°C以上の極めて過酷な反応条件では実証されていたが、生物の代謝反応に近い温和な条件での反応を天然の鉱物を触媒として用い実証した例はなかった。今回、熱水噴出孔にあったと考えられる複数種の鉱物が触媒として働き、100°C以下の温和な条件でCO₂から有機物が合成されることを発見した。今回の成果は、生命誕生の理解へ大きく貢献すると期待される。



今回発見した反応の概要

研究の内容

化学進化でとりわけ重要となる反応は、原始の地球環境で無機物から有機物を作り出す反応であり、 H_2 による CO_2 の還元反応はその代表例である。この反応は有機物を生み出すだけでなく、多くの場合、エネルギーを放出する反応であるため、初期生命が作りだされる際のエネルギー源となったと考えられている。しかし、この反応を進行させるには高い活性化エネルギーの壁を乗り越える必要があるため適切な触媒が存在したと想定されてきた。

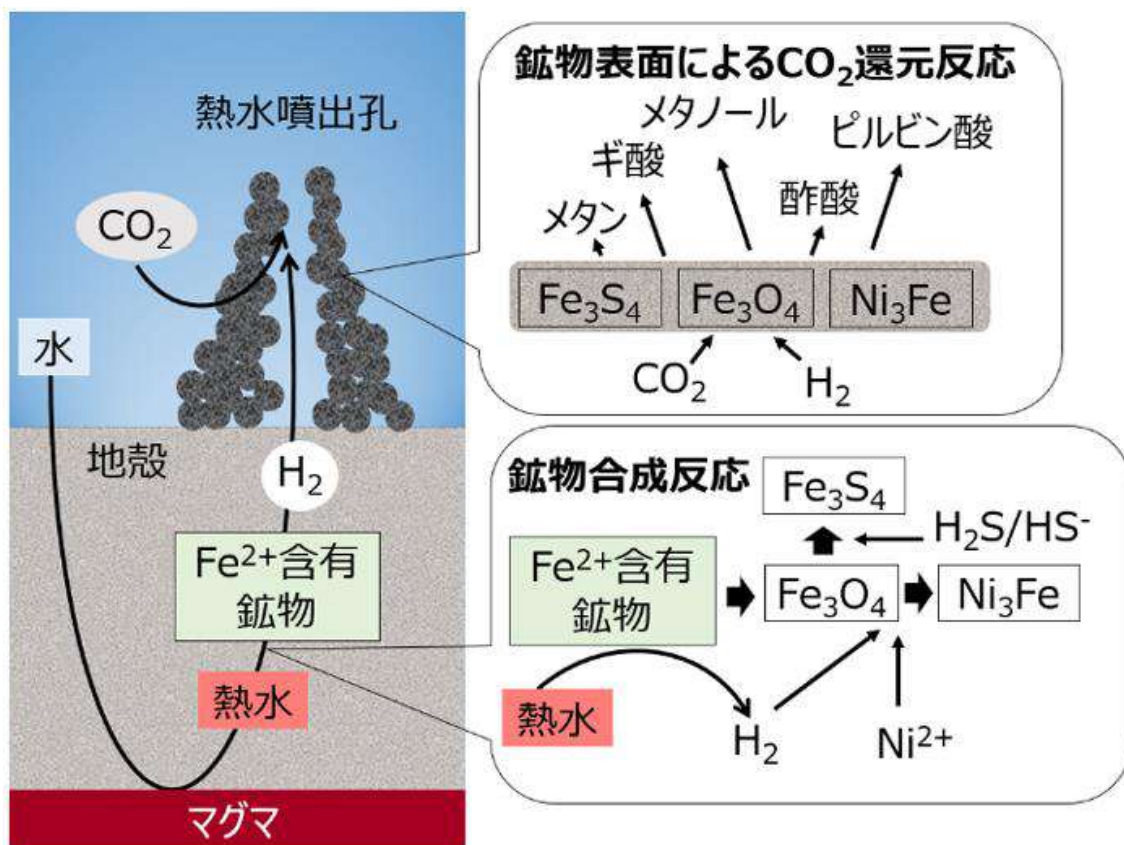


図1 熱水噴出孔で作られる3種類の天然鉱物と、それらが触媒となる CO_2 からの有機物合成反応

今回、3種類の天然鉱物（グライグイト Fe_3S_4 、マグネタイト Fe_3O_4 、アウルイト Ni_3Fe ）が、いずれも H_2 による CO_2 の還元反応の触媒となり、有機物を合成できることを実験室での実験により明らかにした（図2）。触媒となる3種類の天然鉱物は、地下での熱水と岩石の反応により継続して形成され、熱水噴出孔付近に蓄積したと考えられる。これらの鉱物と共に、原始の地球環境を模擬した多様な条件で H_2 、 CO_2 、水を反応させたところ、ギ酸、酢酸、ピルビン酸など、初期生命を作り出す基になったであろう多様な有機物が合成された。

この反応は、最も原始的な生物とされるメタン菌や酢酸生成菌などが行っている H₂ による CO₂ 還元反応（還元的アセチル CoA 経路）と基本原理が類似している（図 2）。そのため、「鉱物表面で無機的（非生物的）に起こっていた CO₂ からの有機物の合成反応自体が、有機物とエネルギーを供給することで、独立栄養性の初期生命を作り出した」とされる仮説を強く支持する。このような CO₂ 還元反応が継続して起こることで、タンパク質や核酸、そして脂質が作られ、最終的には初期生命の誕生に結びついたと考えられる。

今回の成果は、他の惑星でも、熱水噴出孔のような条件の環境さえ整えば、有機物の合成や生命の誕生が可能であることを示唆しており、生命の起源と地球外生命探査への重要な知見を提供すると期待される。この成果は 2020 年 3 月 2 日に *Nature Ecology & Evolution* 誌に掲載された。

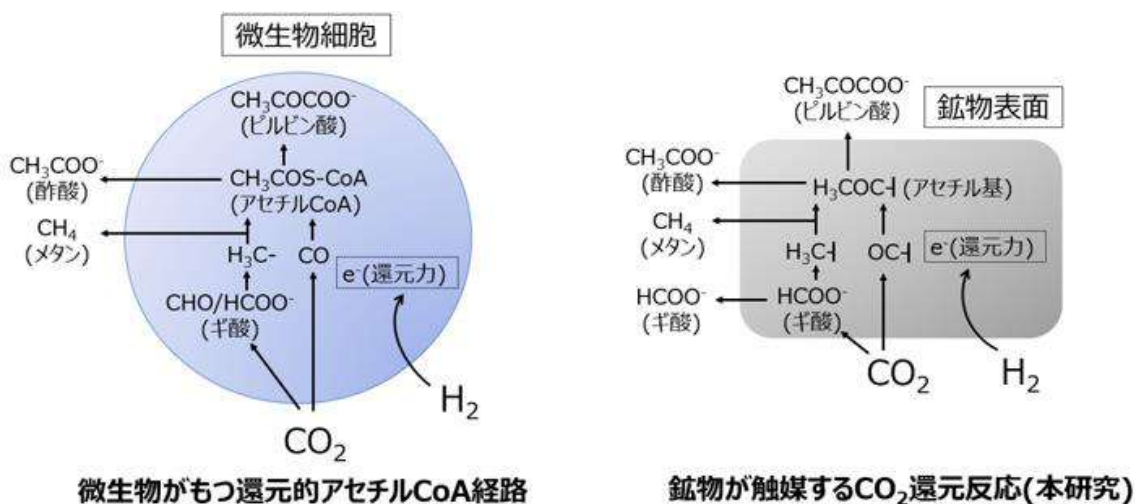


図 2 原始的な微生物がもつ代謝（左）と、鉱物による CO₂ 還元反応（右）の類似性

日文发布全文

https://www.aist.go.jp/aist_j/press_release/pr2020/pr20200303_2/pr20200303_2.html

文：JST 客观日本编辑部编译