

管理番号

2021 年度「深田研究助成」研究報告書概要

（深田地質研究所のホームページで公開します）

研究題目 （和文）	鉱物に由来する鉄-硫黄触媒の化学進化に対する寄与の解明		
研究題目 （英文）	Abiotic synthesis of iron-sulfur clusters and evaluation of their catalytic activity		
研究代表者	氏名	（漢字）	石川 大輔
		（カタカナ）	イシカワ ダイスケ
		（英文）	Ishikawa Daisuke
	所属機関・職名	東京工業大学物質理工学院・助教	

概要（600 字～800 字程度にまとめてください。図表、写真添付の場合は 1 ページ以内 2 枚まで）

地球上に生息している生物は、外界から取り込んだ食物やエネルギーを代謝反応によって活動のためのエネルギーに変換し生命活動を維持している。代謝反応の一部を維持、促進するために、鉄硫黄クラスターを活性中心にもち、酸化還元能を有する鉄-硫黄タンパク質が触媒として極めて重要な役割を果たしている。しかし、生命の起源を化学進化説に基づいてたどると、生命が誕生したとされる約 38 億年前の原始地球上にはタンパク質のような複雑な生体高分子が存在していた可能性は低く、その環境下で生息していた細菌のような原始的生物はタンパク質の代わりに、はるかに簡単な構造をもつ分子によって代謝反応系が構築されていた可能性が高い。本研究では、代謝反応の起源解明のために新たな知見を得ることを目的として、鉄-硫黄タンパク質の活性中心である鉄-硫黄クラスターに着目し、原始地球環境を模して黄鉄鉱から生体反応を用いることなく鉄-硫黄クラスターの無生物的に合成し、その触媒活性を擬一次反応から評価することで鉄-硫黄クラスターの化学進化における寄与を探った（図 1）。

鉄-硫黄クラスターの無生物的合成には、原始地球環境にも豊富に存在していたと想定されている黄鉄鉱と、鉄に特異的に吸着するチオール基を有するトリペプチドであるグルタチオンを使用した。さらに、生命の誕生場の 1 つとして考えられている海底熱水噴出孔周辺の環境を想定した、クラスター溶液の加熱と冷却によるクラスターの構造変化も試み、両者の同定を行った。擬一次反応による触媒活性評価から、黄鉄鉱から無生物的に合成された鉄-硫黄クラスターは、金属ナノ粒子などの既存の触媒と比較してその活性は低いものの触媒として機能することが明らかとなった。

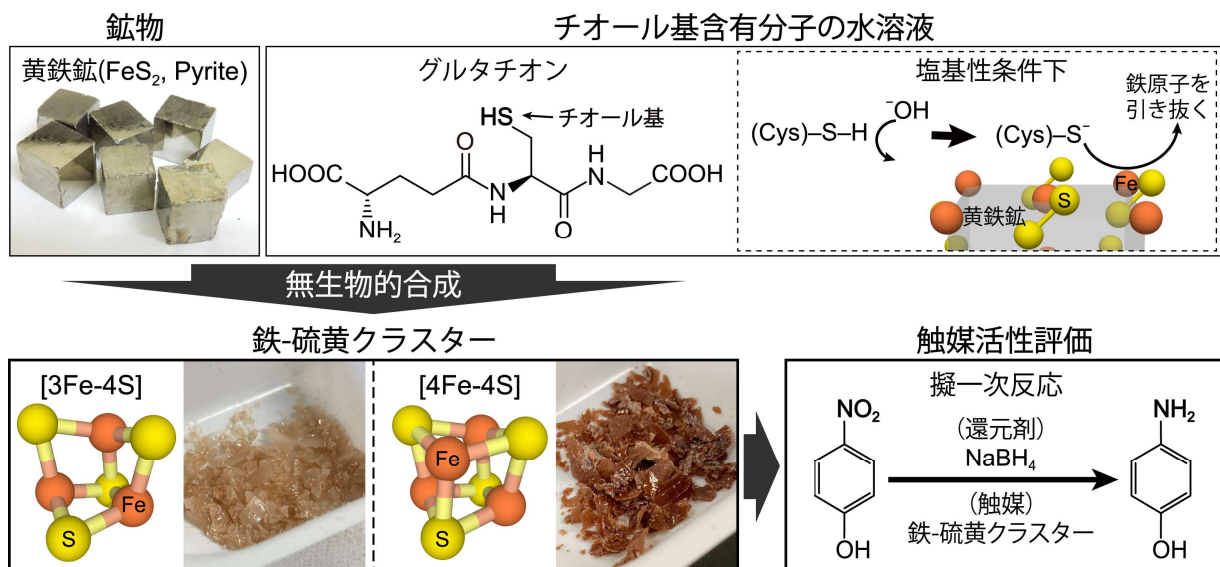


図 1 本研究の概要。

発表文献等（この研究を発表した雑誌・図書・学会等について記入してください。印刷中は in press と記入してください。著者名は省略せず、全てを記入し、自分の名前に下線を引いてください。欄が足りない場合は、増やして記入してください。）

雑誌	論文標題	無し				
	著者名					
	雑誌名					
	ページ	～	発行年		巻号	
雑誌	論文標題	無し				
	著者名					
	雑誌名					
	ページ	～	発行年		巻号	
図書	書名	無し				
	著者名					
	出版社		発行年		総ページ	
学会等	演題	Abiotic synthesis of metal-sulfur clusters containing iron and molybdenum and evaluation of their catalytic function				
	発表者名	Shunjiro Sodei, Sebastian Sanden, Daisuke Ishikawa, Shawn McGlynn, Masahiko Hara				
	学会名	日本地球惑星科学連合 2021 年大会		発表年	2021 年	
学会等	演題	Abiotic synthesis of metal-sulfur clusters containing iron and molybdenum and evaluation of their catalytic function				
	発表者名	Shunjiro Sodei, Sebastian Sanden, Daisuke Ishikawa, Shawn McGlynn, Masahiko Hara				
	学会名	Astrobiology Graduate Conference 2021		発表年	2021 年	

英文抄録（100 語～200 語程度にまとめてください。）

Iron-sulfur proteins with redox ability play a significant role as catalysts in some metabolic reactions that sustain the life activities of organisms inhabiting the Earth. However, it is unlikely that complex biopolymers such as proteins existed on primitive Earth about 3.8 billion years ago, when life is thought to have originated. On the other hand, the existence of catalysts and enzymes is necessary to maintain and promote the energy acquisition mechanism for living organisms. Therefore, organisms living on primitive Earth might have kept their metabolic reactions not through proteins but through clusters of iron and sulfur atoms. In this study, we hypothesized that iron-sulfur clusters were abiotically synthesized before the birth of iron-sulfur proteins and contributed significantly to the birth of primitive life and its metabolism. To test this hypothesis, the abiotic synthesis of iron-sulfur clusters from pyrite without biological reactions and the subsequent evaluation of their catalytic activity were carried out from pseudo-first-order reduction reactions. Experimental results suggest that iron-sulfur clusters can be readily generated from pyrite in the chemical evolution processes and may act as catalysts for reduction reactions.