

研究成果報告書

研究テーマ (和文) AB	水素—鉄—炭素循環に基づく太古代の気候安定化メカニズムについての理論的研究				
研究テーマ (欧文) AZ	A theoretical study on the regulation mechanism of the Archean climate based on H-Fe-C biogeochemical cycles				
研究氏 代表者 名	カナ CC	姓)オザキ	名)カズミ	研究期間 B	2018 ~ 2019 年
	漢字 CB	尾崎	和海	報告年度 YR	2019 年
	ローマ字 CZ	Ozaki	Kazumi	研究機関名	東邦大学
研究代表者 CD 所属機関・職名	東邦大学理学部生命圏環境科学科・講師				

概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)

太古代(40億年前から25億年前)の地球表層環境は、現在の地球環境と同程度かそれ以上に温暖であったとされている。しかしながら、温暖気候の具体的な形成メカニズムについてはよく分かっていない。本研究では、水素—鉄—炭素循環に着目し、当時の温暖気候の形成条件とその安定性を明らかにすることを目指した。

太古代の水素—鉄—炭素循環を扱うための大気海洋化学—微生物生態系結合モデルの開発を行った。その際、原始微生物生態系として2つの異なる生態系を想定した。一つ目のケースは化学合成細菌に基づく生態系であり、二つ目のケースは酸素非発生型光合成細菌(水素及び鉄を電子供与体とする光合成)が基礎生産者の場合である(図1 a, b)。大気光化学モデルを用いた系統的な数値実験から得られた大気組成(H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>)についての半定量的経験則を用いることで計算コストを抑え、地質記録に基づく制約条件を課した統計的手法(モンテカルロシミュレーション)を適用可能とした。温暖気候が形成される条件を調べた結果、どちらの生態系構造でも大気中メタン濃度が高濃度(約 100~1000 ppmv)であった必要があることが示された。また、大気中 H<sub>2</sub>, CO 濃度についても初めて定量的な制約を行うことができた(図1 c, d, e)。さらに、当時の生態系基礎生産や炭素循環についても制約することができた(図1 f, g, h)。これらの研究成果は、当時の物質循環像をモデルや地質記録の不確定性を含め示した点で意義がある。本研究では気候の安定性評価には至れなかったが、今後、そうした問題について研究を継続していく予定である。

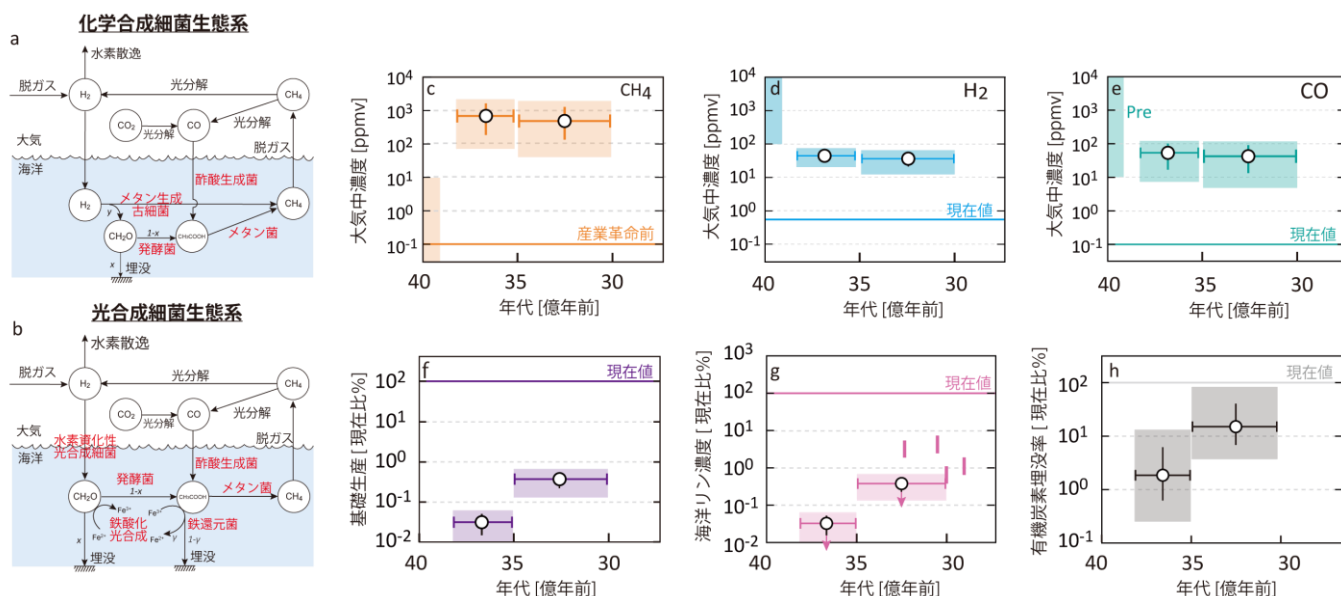


図1. 本研究で想定した生態系構造(a, b)と、大気組成(c, d, e)および物質循環(f, g, h)の制約結果 (Ozaki et al., In prep.). 化学合成性菌生態系は38-35億年前、光合成細菌生態系は35-30億年前に存在したと想定している。

キーワード FA	太古代	物質循環	数値モデル	水素
----------	-----	------	-------	----

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA					
研究機関番号 AC					シート番号					

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）									
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>	物質循環モデルで探る地球大気と生命の共進化							
	著者名 <sup>GA</sup>	尾崎和海	雑誌名 <sup>GC</sup>	地球化学					
	ページ <sup>GF</sup>	未定	発行年 <sup>GE</sup>	2	0	2	0	巻号 <sup>GD</sup>	3号（予定）
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
雑誌	論文標題 <sup>GB</sup>								
	著者名 <sup>GA</sup>		雑誌名 <sup>GC</sup>						
	ページ <sup>GF</sup>	～	発行年 <sup>GE</sup>					巻号 <sup>GD</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	
図書	著者名 <sup>HA</sup>								
	書名 <sup>HC</sup>								
	出版者 <sup>HB</sup>		発行年 <sup>HD</sup>					総ページ <sup>HE</sup>	

欧文概要 EZ

A better understanding of the impacts of life on the Archean atmosphere has a critical implication for the habitability of early Earth in the face of a ‘faint young Sun’, which is a central problem in the geosciences and planetary science. Here, a new numerical model of the global biogeochemical cycles of H, C, and Fe was developed in order to reconstruct atmospheric composition (H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, CO, and CO<sub>2</sub>), global net primary production, and biogeochemical cycles during the early Archean time before the advent of oxygenic photosynthesis. I focused on two idealized scenarios with different configurations of a primitive Archean ecosystem: an entirely non-photosynthetic (chemotrophic) ecosystem and an anoxygenic photosynthetic ecosystem. The stochastic approach reveals that atmospheric CH<sub>4</sub> levels have been relatively high (~100–1000 ppmv) and that global biological productivities have been extremely low. Our stochastic analysis also constrained the biogeochemical cycles of H, C and P. These results provide important ramifications for the sustained habitability of early Earth with reducing atmosphere that host primitive life. Although a complete treatment of the coupled H–C–Fe cycles is left to future studies, the results obtained here are an important step towards assessing the climate stability during the Archean.