

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB		RNA ワールドと細胞: マイクロ流体デバイスによる微小液滴内 RNA 実験進化			
研究テーマ (欧文) AZ		RNA world and cellularity: Experimental RNA evolution in droplets using microfluidics			
研究氏 代表 者	カタカナ CC	姓) マツムラ	名) シゲヨシ	研究期間 B	2015 ~ 2017 年
	漢字 CB	松村	茂祥	報告年度 YR	2017 年
	ローマ字 CZ	Matsumura	Shigeyoshi	研究機関名	富山大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		富山大学 大学院理工学研究部・助教			
概要 EA (600 字~800 字程度にまとめてください。)					
<p>RNA は、遺伝情報の保持と高次機能の発現の両者が可能な生体高分子であり、またその特徴から、生命の起源・初期進化において重要な役割を果たしたと考えられている。このような「RNA ワールド」の出現・進化において、原始環境に存在した細胞様の構造が必須の役割を担ったとする仮説が、近年の研究で示唆されている。本研究では、RNA ワールドの進化において細胞がもたらしたインパクトを実験的に検証するため、マイクロ流体デバイス技術を用いて人工細胞様の油中水エマルジョン液滴を作製・操作し、その内部で RNA 酵素(リボザイム)の実験進化を行った。その結果、以下に記すような結果を得た。</p> <p>RNA のような自己複製可能な高分子(レプリケーター)の出現と進化は、生命の起源において極めて重要な過程であったとされる。しかし、より複製効率の高い寄生体分子(パラサイト)が現れ優先的に自然選択されるため、元のレプリケーターは駆逐されてしまう。よって、生命が始まるためには、レプリケーターは原始細胞の中に区画化され、レプリケーターの複製と細胞の増殖が結びつく必要があると考えられてきた。本研究において我々は、液滴マイクロ流体システム技術を用いて RNA レプリケーターの進化実験を行い、レプリケーターが一時的な区画化と再混合を繰り返すような、細胞出現よりさらに前の原始的な状況においても、パラサイト RNA による乗っ取りが抑制され、レプリケーターが進化しうることを示した。また、この「時限的な」区画化により複数のレプリケーターの複製速度が同調し、かつパラサイト分子の多様性が自発的に増大する現象を見出した。この多様化したパラサイトは、次の新しい進化を引き起こす源泉になった可能性がある。すなわち、原始細胞が出現する以前でも、さまざまな自然現象がもたらしたであろう時限的な区画化現象によって、レプリケーターの初期進化が起こり、それが生命の誕生に繋がったかもしれない。</p>					
キーワード FA	RNA ワールド	エマルジョン	マイクロ流体デバイス	実験進化	

(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 ^{GB}	Transient compartmentalization of RNA replicators prevents extinction due to parasites.							
	著者名 ^{GA}	Matsumura, S., et al.	雑誌名 ^{GC}	Science					
	ページ ^{GF}	1293 ~ 1296	発行年 ^{GE}	2	0	1	6	巻号 ^{GD}	354(6317)
雑誌	論文標題 ^{GB}	レプリケーターRNAの時限的な区画化は寄生体RNAによる絶滅をふせぐ							
	著者名 ^{GA}	松村 茂祥	雑誌名 ^{GC}	ライフサイエンス 新着論文レビュー					
	ページ ^{GF}	2017. 1. 20	発行年 ^{GE}	2	0	1	7	巻号 ^{GD}	
雑誌	論文標題 ^{GB}	一時的な区画化によりレプリケーターRNAの新たな機能は創発しうる							
	著者名 ^{GA}	松村 茂祥	雑誌名 ^{GC}	実験医学					
	ページ ^{GF}	1858 ~ 1860	発行年 ^{GE}	2	0	1	7	巻号 ^{GD}	35(11)
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	
図書	著者名 ^{HA}								
	書名 ^{HC}								
	出版者 ^{HB}		発行年 ^{HD}					総ページ ^{HE}	

欧文概要 EZ

RNAs, which have both genetic information and higher-order functions, would have been important on the origin and early evolution of life. Recent studies suggest that primitive cell-like structures had essential roles for emergence and evolution of the "RNA world". In this study, to verify this hypothesis, we have carried out experimental evolution of an RNA enzyme (ribozyme) in water-in-oil emulsion droplets controlled by microfluidic technology.

The appearance of molecular replicators like RNAs (molecules that can be copied) was probably a critical step in the origin of life. However, parasitic replicators that replicate much faster would take over and would have prevented life from taking off unless the replicators were compartmentalized in reproducing protocells. Paradoxically, control of protocell reproduction would seem to require evolved replicators. We have shown that a simpler population structure, based on cycles of "transient" compartmentalization (TC) and mixing of RNA replicators, is sufficient to prevent takeover by parasitic mutants. TC tends to select for ensembles of replicators that replicate at a similar rate, including a diversity of parasites that could serve as a source of opportunistic functionality. Thus, TC in natural, abiological compartments could have allowed life to take hold.