

2026年4月20日

報道関係者各位

国立大学法人筑波大学
国立研究開発法人海洋研究開発機構
国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構

温泉から自己複製する未知の環状 RNA を発見

高温の温泉環境から、自己複製する未知の環状 RNA を発見しました。これまで、高温の環境では直鎖型ゲノムを持つ RNA ウイルスのみが見つかっていましたが、今回はそれとは異なる環状 RNA の複製体を見いだしました。このことは、高温極限環境にも多様な自己複製 RNA が存在することを示すものです。

生物の多くは DNA を遺伝情報として持ちますが、RNA を遺伝情報として自己複製する因子も知られており、ウイルスやウイロイド（ウイルスよりも小さい感染性 RNA 分子）などがその例です。これらは生命の起源や進化を考える上でも重要な存在とされていますが、どのような環境にどのような種類の自己複製 RNA が存在するのか、その全体像はよく分かっていませんでした。

本研究チームはこれまでに、70-80°Cの高温の温泉環境から極めて新奇な直鎖型ゲノムを持つ RNA ウイルスを発見しています。そこで今回、同様の高温環境において、異なるタイプの自己複製 RNA を探索し、温泉中の微生物群集から、環状構造を持つ新しいタイプの RNA 複製体を発見しました。この環状 RNA は、既知の環状 RNA とは塩基配列が大きく異なる一方で、高次構造的には共通した特徴を持つ新たな系統に属することが示されました。さらに公開データベース上の RNA 配列を解析したところ、環状 RNA 複製体の多様性が従来のご想定よりも大きく広がることも明らかになりました。

本研究は、高温極限環境においても多様な自己複製 RNA が存在することを示し、RNA を基盤とする複製システムの広がりや進化を理解する上で重要な手がかりとなるものです。

研究代表者

筑波大学生命環境系

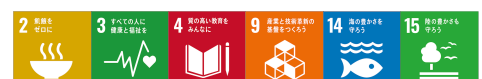
浦山 俊一 助教

海洋研究開発機構

布浦 拓郎 上席研究員

農業・食品産業技術総合研究機構

松下 陽介 上級研究員



研究の背景

生物の多くは DNA を遺伝情報として持っていますが、RNA のみを遺伝情報として自己複製する分子 (RNA レプリコン^{注1)}) も存在します。これらはウイルスやウイロイド (ウイルスよりも小さい感染性 RNA 分子) などとして知られ、生命の起源や進化を考える上で重要な存在とされています。特に、地球上の初期の生命は RNA を中心に成立していたとする「RNA ワールド仮説」との関連からも注目されています。

しかしながら、これまで、どのような環境にどのような種類の RNA レプリコンが存在するのか、その全体像は十分に分かっていません。本研究チームはこれまでに、70-80°Cの酸性温泉環境から、未知の直鎖型ゲノムを持つ RNA ウイルスを発見しています。そこで今回、同じような極限環境において、直鎖型 RNA ウイルスとは異なるタイプの RNA レプリコンの探索を試みました。

研究内容と成果

本研究では、高温の温泉環境に生息する微生物群集から、未知の RNA レプリコンを網羅的に探索しました。この目的を達成するため、本研究では RNA が自己複製する際に形成する、あるいは RNA レプリコンが高次構造を形成する際に生じる 2 本鎖 RNA を集めて検出する手法を用いました。この独自手法は、既知の因子と配列が似たものしか捉えられない従来の解析手法の課題を克服するものであり、これまで見過ごされてきた新規性の高い因子を識別することができます。その結果、環状構造を持つ新しいタイプの RNA レプリコンを発見しました。

この環状 RNA ^{注2)} は、既知の RNA とは遺伝子配列が大きく異なる一方で、折りたたまれた立体構造や機能に関わる特徴には、近年報告された「オベリスク^{注3)}」と呼ばれる環状 RNA 群と共通点が見られました。このことから、高温極限環境には、以前に本研究チームが発見した直鎖型の RNA ウイルスに加えて、これまで知られていたものとは異なるタイプの環状 RNA レプリコンも存在することが分かりました。

さらに、発見された配列を手がかりに、さまざまな環境から採取・解読された RNA 配列を対象にした公開データベースの解析により、同様の RNA 群の多様性が従来の想定よりも大きく広がっていることも明らかになりました。

今後の展開

本研究に用いた手法は独自のものであり、これにより、自己複製する RNA が、特定の限られた環境だけでなく、高温極限環境にも多様に存在していることが初めて明らかになりました。こうした RNA レプリコンは、DNA ゲノムを有する細胞とは異なる自己複製の仕組みを持つ存在として、生命の起源や進化を理解する上で重要な手がかりになると考えられます。

今後は、これらの RNA がどのような生物を宿主としているのか、どのように複製され広がっているのかといった生態や機能の解明に取り組みます。RNA を基盤とする多様な複製システムの理解が進むことで、バイオテクノロジーや新たな分子システムの設計への応用も期待されます。

参考図

RNAレプリコンの生息域（温度軸）

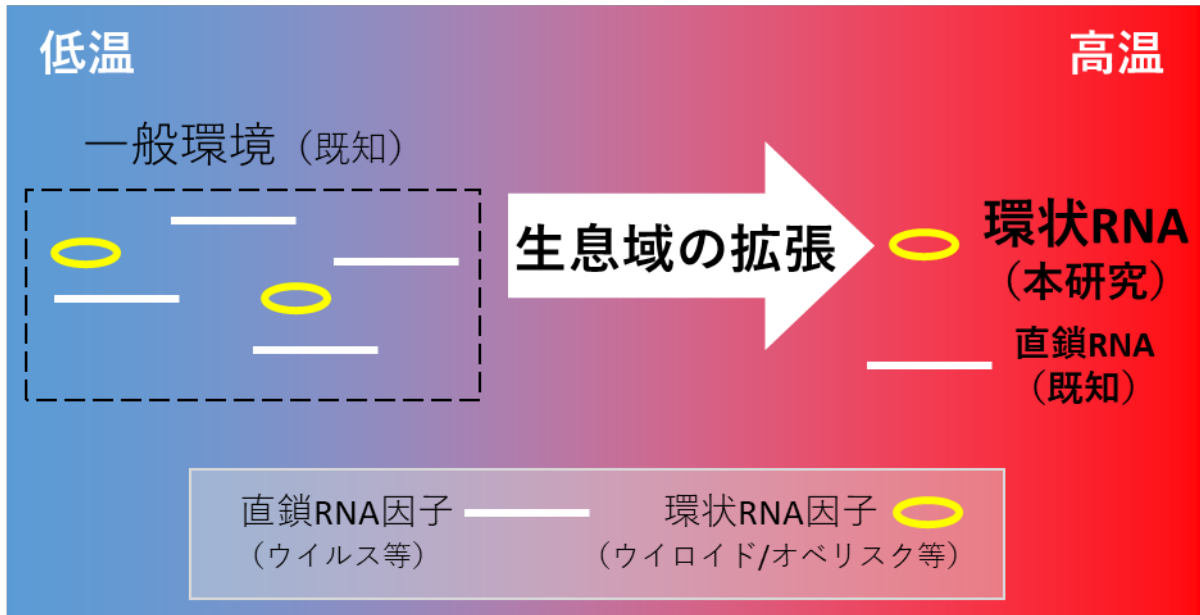


図 本研究の概念図

これまで、自己複製する RNA 因子のうち、直鎖型 RNA 因子（RNA ウイルス）は温泉のような高温環境においても存在することが知られていた。一方で、環状 RNA 因子（ウイロイドやオベリスクなど）は、主に一般環境で報告されていた。本研究では、高温環境においても環状 RNA レプリコンが存在することを明らかにし、自己複製 RNA 因子の生息域が極限環境へと拡張されていることを示した。

用語解説

注1) RNA レプリコン

細胞内で自己複製する能力を持つ RNA 分子の総称。ウイルスやウイロイドなどが含まれる。

注2) 環状 RNA

直鎖 RNA の分子の端同士がつながって輪のような構造を持つ RNA。端が存在しないため、端からの分解に耐性があり、既知の環状 RNA レプリコンはローリングサークルと呼ばれる、直鎖 RNA とは異なる複製の仕組みを持っている。

注3) オベリスク

近年発見された環状 RNA レプリコンのグループの一つ。従来知られていたウイロイドのような環状 RNA レプリコンはタンパク質をコードせず、遺伝子を有していない一方、オベリスク群には共通した一つの機能未知タンパク質をコードする遺伝子があると考えられている。

研究資金

本研究は、科研費による研究プロジェクト (25K22486、23K18146、24K02083、20K20377、JPMJFR240T) の一環として実施されました。

掲載論文

【題 名】 Identification of hot spring Obelisk-like RNA replicons and expanded diversity of the Obelisk superfamily

(温泉由来のオベリスク様 RNA レプリコンの同定とオベリスクの多様性拡張)

【著者名】 S. Urayama, A. Fukudome, P. Mutz, Y. Matsushita, Y. Takaki, Y. Nishimura, S. Medvedeva,
M. Krupovic, E.V. Koonin, and T. Nunoura

【掲載誌】 *Nature Communications*

【掲載日】 2026 年 4 月 20 日

【DOI】 10.1038/s41467-026-71096-6

問合わせ先

【研究に関すること】

浦山 俊一 (うらやま しゅんいち)

筑波大学 生命環境系 助教

URL: <https://extreme-molecule.opal.ne.jp/urayama.html>

【取材・報道に関すること】

筑波大学広報局

TEL: 029-853-2040

E-mail: kohositu@un.tsukuba.ac.jp

海洋研究開発機構 企画部門事業推進部報道室

TEL: 045-778-5690

E-mail: press@jamstec.go.jp

農業・食品産業技術総合研究機構

お問い合わせフォーム: <https://www.naro.go.jp/inquiry/index.html>