



NEWS RELEASE

本件の報道解禁につきましては、令和3年9月24日(金)午後6時以降にお願いいたします。

令和3年9月17日

記者説明会（9月24日（金）13時00分・東広島キャンパス）のご案内

太古の昔、生物がどのように増殖する能力を獲得したかを実験で解明
～生命起源における「化学」と「生物学」の溝をうめる世界初の成果～

【本研究成果のポイント】 [論文掲載](#)

- 太古の地球で、原始生物につながるとされる分子の集合体がどのように増殖するようになったかという生命起源の長年のなぞを世界ではじめて実験的に解明
- 新たに設計・合成されたアミノ酸誘導体（エサ）からペプチドの集合体（コアセルベート液滴）が自発的に形成
- エサと刺激を繰り返し与えたところ、コアセルベート液滴が増殖を開始
- ペプチド材料の大量生産に応用できると期待

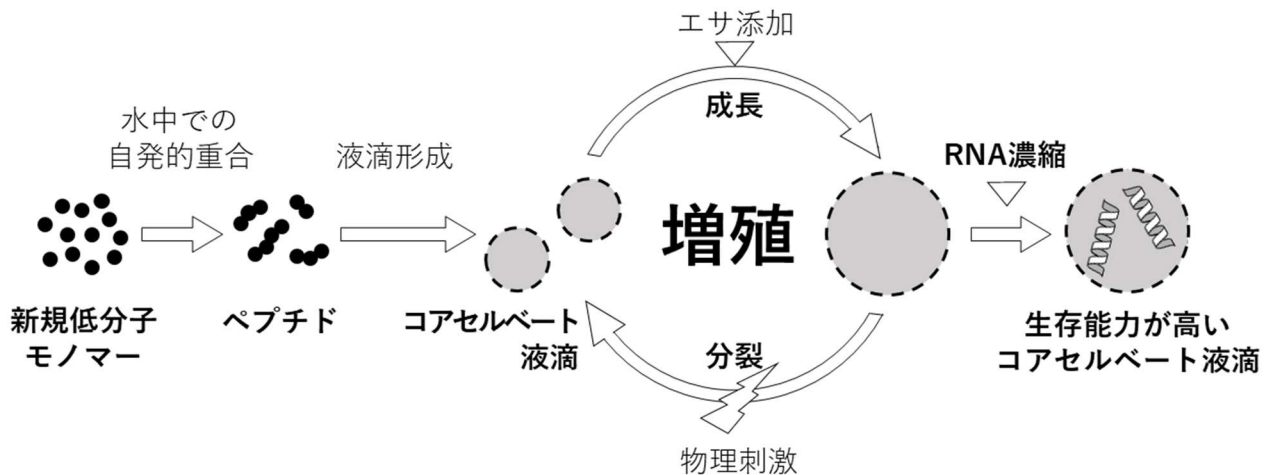


図1 本研究の成果の概略

【概要】

生命起源において生物の先祖がどのように増殖能力を獲得したのかという長年の謎を、新規アミノ酸誘導体をエサとして増殖するペプチド液滴（コアセルベート液滴）を創製することで実験的に解明しました。

新規に設計・合成したアミノ酸誘導体を水中に添加すると、アミノ酸が縮合しペプチドが生成されました。生成されたペプチドはコアセルベート液滴を自発的に形成し、これにエサと刺激を繰り返し与えると、液滴は増殖し続けました。さらにこの増殖コアセルベート液滴は RNA や DNA などの核酸を濃縮することができ、核酸を取り込んだ液滴は外環境の刺激に対して生き残りやすくなることがわかりました。

今回の研究で実現された小分子をエサとして増殖するコアセルベート液滴は、生物

の先祖がどのように増殖能力を獲得したのかという生命起源における 100 年間の未解決問題を世界で初めて解決した成果です（図1）。

この手法では、エサを水に添加するだけで核酸を濃縮するペプチド液滴が増殖していくため、環境負荷が小さく、高効率な核酸含有ペプチド材料の大量生産に応用されることが期待されます。

本研究成果は、学術誌「*Nature Communications*」オンライン版に日本時間 2021 年 9 月 24 日午後 6 時に掲載されます。

本件について、下記のとおり記者説明会を開催いたします。ご多忙とは存じますが、是非ご参加いただきたく、ご案内申し上げます。

記

日 時：令和 3 年 9 月 24 日（金）13 時 00 分～14 時 30 分（予定）
説明者：広島大学大学院統合生命科学研究科/理学部化学科 助教 松尾宗征
場 所：法人本部棟 2F 会議室
その他：Zoom でのご参加も可能です

【背景】

高校の生物の教科書に「化学進化」という生命起源仮説が紹介されています。これは、単純な小さい分子から複雑で大きな分子ができ、それらが集まって増殖する分子集合体になることで、生命誕生の出発点になったとする仮説で、1920 年代にロシアの生化学者オパーリンによってはじめて提唱されました。以降今日まで、この仮説を実証するべく、小分子から高分子をつくる研究や高分子から分子集合体をつくる研究が数多く行われていました。しかし、小さな分子から増殖する分子集合体がどのように創発されたのかは、化学進化説の提唱から今日まで約 100 年間続いてきた謎であり、これが生命起源における「化学と生物学の溝」となっていました（図2）。

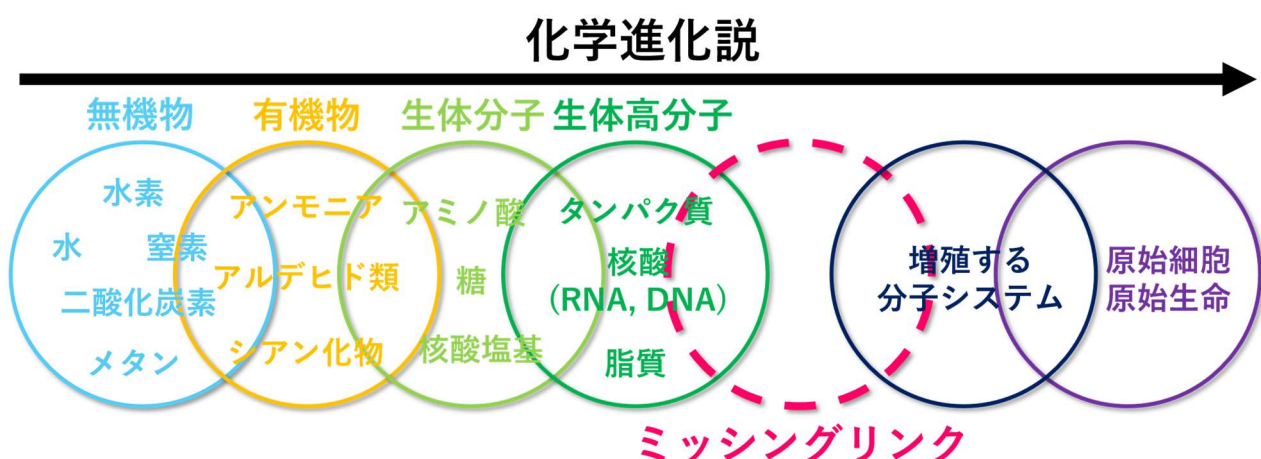


図 2 本研究が埋めた生命起源における化学と生物学のミッシングリンク

【研究成果の内容】

我々は、その原因が高分子をつくる環境と分子集合体をつくる環境の違いにあると考えました。今までの研究では、小分子から高分子をつくる環境は高温・高圧、一方で高分子から分子集合体をつくる環境は常温・常圧がほとんどでした。そこで今回、新規小分子を設計・合成することで、同じ温度と圧力条件で、高分子生成と分子集合体形成を同時に実現させることを着想しました。小分子は、還元剤存在下で水中での自発的な重合反応が期待されるチオエステル化シスチンとしました（図3上段）。

還元剤を含んだ水中にこの小分子を添加すると、自発的に液滴が形成されることが微分干渉顕微鏡をつかった観測から明らかになりました（図3下段）。この液滴の組成を核磁気共鳴法と質量分析法で調べたところ、液滴は重合産物であるペプチドを含んだコアセルベート液滴だとわかりました。ペプチドの生成は液滴の界面または内部で促進され、自触媒的に行われていました。これらの結果は、小分子からコアセルベート液滴が一度形成されると、液滴が積極的に小分子をエサとして取り込み、自らの構成物質をその内部で生産しながら成長していることを意味しています。

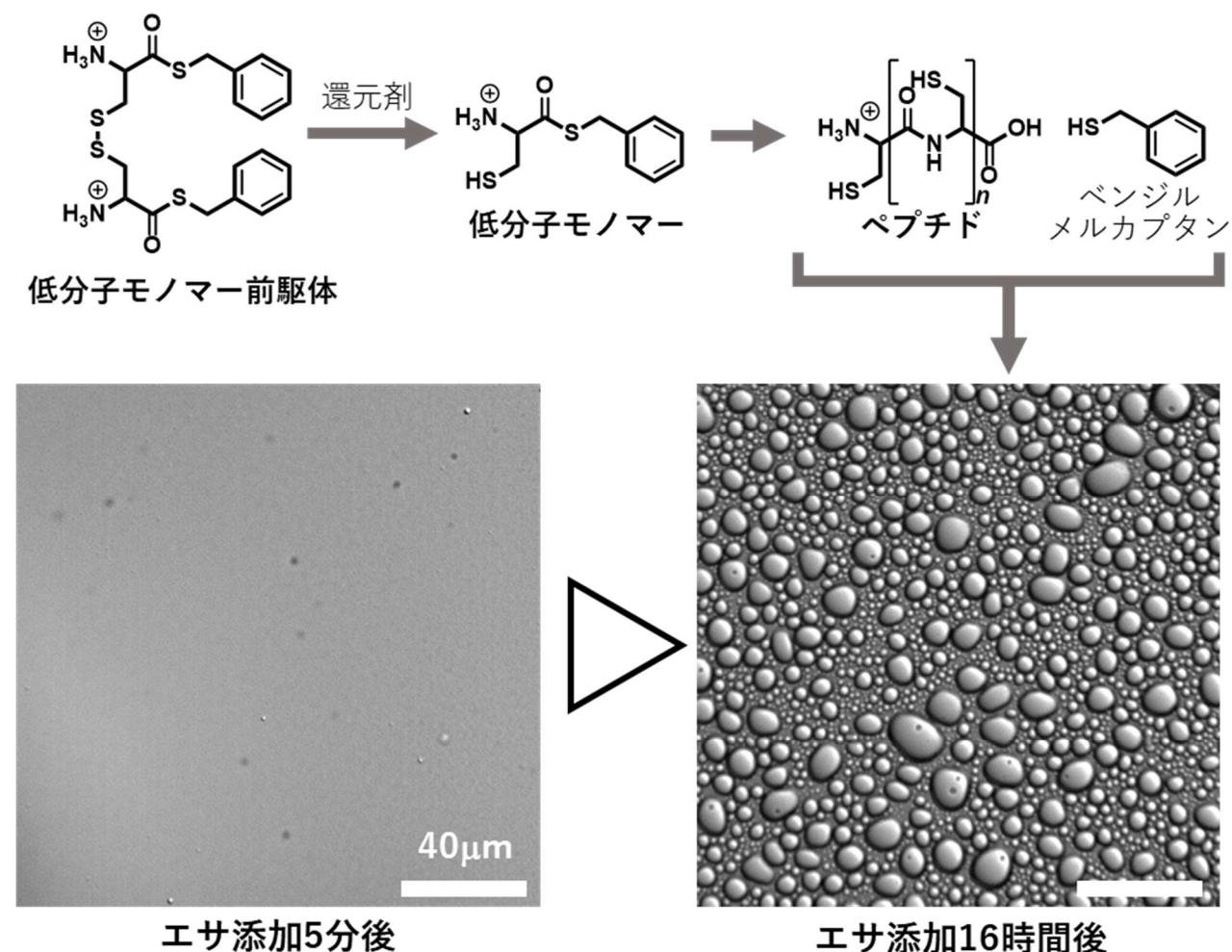


図3 エサとなるチオエステル化シスチンとその重合産物であるペプチド（上）
ペプチドから形成されたコアセルベート液滴の顕微鏡写真（下）

そこで、継続的にエサとなる小分子を添加しつつ、フィルトレーション処理を繰り返し行ったところ、液滴は何度も成長と分裂を繰り返し、増殖しました（図4）。さらに、この液滴に RNA とリン脂質を同時に添加すると、それらを不均一に濃縮できることが共焦点レーザー走査型蛍光顕微鏡観測で判明しました（図5）。液滴にリン脂質のみを添加した際は液滴が溶けてしまうことから、RNA を濃縮した液滴は脂質添加時に生き残りやすくなったといえます。

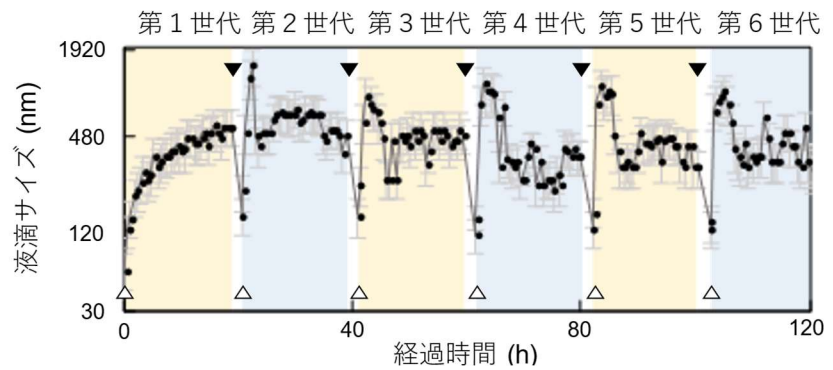
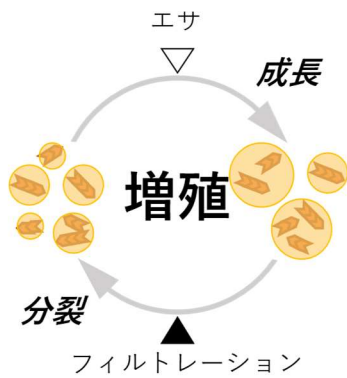


図4 コアセルベート液滴の増殖(左)と増殖時のサイズ変化(右)

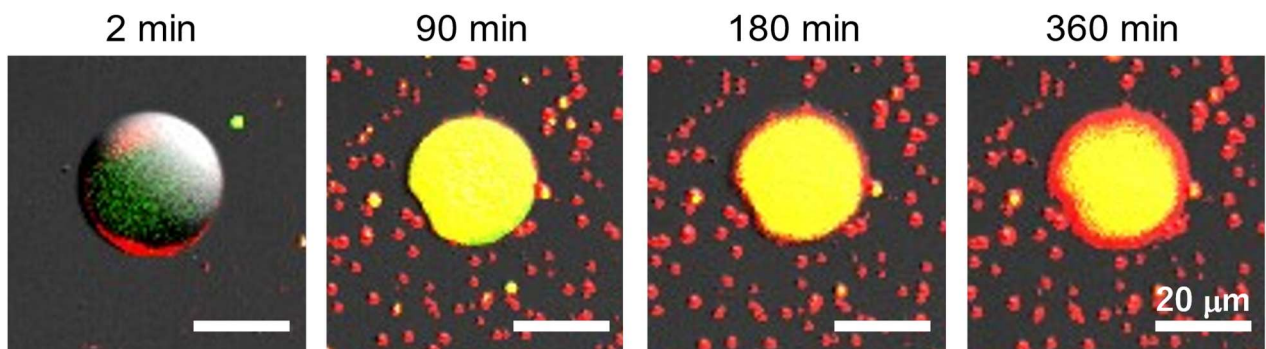


図5 コアセルベート液滴による RNA(赤蛍光)とリン脂質(緑蛍光)の濃縮

注：RNA とリン脂質が混在すると黄色にみえます。

【今後の展開】

本研究で構築した手法では、エサを水中に添加するだけで、ペプチド液滴が自発的に増殖します。このため触媒がいらず、かつ溶媒は水であるため環境負荷が小さく、またペプチドが自触媒的に生産されるため、ねずみ算式に液滴が増えていき、簡便なペプチドからなる分子集合体の大量生産が可能です。本研究が、生命起源研究のみならず、ペプチド複合体材料の生産技術にブレイクスルーをおこすことが期待されます。

【論文情報】

論文タイトル

Proliferating Coacervate Droplets as the Missing Link between Chemistry and Biology in the Origins of Life

著者（*は責任著者）

松尾 宗征^{1,2,3}、栗原 顕輔^{3,4,5,6,7*}

1. 広島大学大学院統合生命科学研究科数理生命科学プログラム, 2. 東京大学大学院総合文化研究科広域科学専攻, 3. 自然科学研究機構生命創成探究センター創成研究領域, 4. 大阪大学レーザー科学研究所, 5. 海洋研究開発機構超先鋭研究部門, 6. 宇都宮大学共同教育学部, 7. 自然科学研究機構分子科学研究所生命・錯体分子科学研究領域

掲載論文

学術誌名：Nature Communications

DOI 番号：10.1038/s41467-021-25530-6

【研究内容の問い合わせ先】

京セラ株式会社 研究開発本部
栗原顕輔

E-mail : kkurihara@cc.utsunomiya-u.ac.jp, kkurihara2021@gmail.com

広島大学 大学院統合生命科学研究科/理学部化学科
数理生命科学プログラム 自己組織化学研究室
助教 松尾宗征

Tel : 082-424-7411 Fax : 082-424-6070

E-mail : muneyuki@hiroshima-u.ac.jp

【広報の問い合わせ先】

広島大学 財務・総務室 広報部広報グループ

Tel : 082-424-3749

E-mail : koho@office.hiroshima-u.ac.jp

京セラ株式会社 東京事業所 事業広報課

増子侑加

Tel: 03-6364-5503

発信枚数 : A 4版 6枚

【FAX返信用紙】

FAX：082-424-6040

広島大学財務・総務室広報部 広報グループ 行
(E-mail：koho@office.hiroshima-u.ac.jp)

記者説明会（9月24日（金）13時00分・東広島キャンパス）のご案内

太古の昔、生物がどのように増殖する能力を獲得したかを実験で解明
～生命起源における「化学」と「生物学」の溝をうめる世界初の成果～

日時：令和3年9月24日（金）13時00分 ～ 14時30分（予定）

場所：法人本部棟 4F 会議室

貴社名 _____

部署名 _____

ご芳名 _____

電話番号 _____

メールアドレス _____

誠に恐れ入りますが、ご出席いただける場合は上記にご記入頂き、9月22日（水）16時までにご連絡願います。Zoomで参加される場合は、折り返しZoomのURL等をお知らせいたします。

