

栗原 顕 輔（特任准教授）（2014 年 5 月 1 日着任）

A-1) 専門領域：界面化学，超分子化学

A-2) 研究課題：

- a) 生命起源解明を志向した液－液相分離を示す液滴型原始細胞の構築

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 現在の生命の始祖である原始細胞は，自己触媒的に自己再生産する分子システムと捉えることができる。本研究課題では単純な分子を出発物質とする原始細胞モデルの創成を目指し，水中で再帰的にかつ自己触媒的に自己再生産を行う液滴の構築を試みた。我々は水中で自発的なペプチド生成反応を行うようなチオエステル化シスチンを設計・合成し，ペプチド生成を伴いながら水中で液滴を形成することを微分干渉顕微鏡にて確認した。さらに同じチオエステル化シスチンを液滴に再添加すると，液滴が繰り返し肥大・融合・分裂ダイナミクスを起こすことを見いだした。この液滴は液－液相分離を示しており，脂質や水溶性高分子である RNA や DNA などの核酸を外部より添加すると，脂質を液滴の内側領域に，核酸を液滴の外側領域に取込み濃縮した。

B-1) 学術論文

Y. NATSUME, E. NOGUCHI and K. KURIHARA, “Spontaneous Localization of Particles in Giant Vesicles Owing to Depletion Force,” *J. Phys. Soc. Jpn.* **88**, 033001 (5 pages) (2019).

M. MATSUO, Y. KAN, K. KURIHARA, T. JIMBO, M. IMAI, T. TOYOTA, Y. HIRATA, K. SUZUKI and T. SUGAWARA, “DNA Length-Dependent Division of a Giant Vesicle-Based Model Protocell,” *Sci. Rep.* **9**, 6916 (11 pages) (2019).

M. MATSUO, S. OHYAMA, K. SAKURAI, T. TOYOTA, K. SUZUKI and T. SUGAWARA, “A Sustainable Self-Reproducing Liposome Consisting of a Synthetic Phospholipid,” *Chem. Phys. Lipids* **222**, 1–7 (2019).

H. ITOGA, R. MORIKAWA, T. UETA, T. MIYAKA, Y. NATSUME and M. TAKASU, “Effect of Particles with Repulsive Interactions Enclosed in both Rigid Spherical Shells and Flexible Fluid Vesicles Studied by Monte Carlo Simulation,” *Phys. Rev. E* **99**, 042418 (12 pages) (2019).

I. ISHII, Y. OMINATO, A. KARASAWA, T. TAKAHASHI, M. MATSUO, K. SUZUKI and T. SUGAWARA, “Morphological Changes of Kinetically Trapped Tubular Vesicles Driven by the Production of Synthetic Phospholipids in a Vesicular Membrane,” *Chem. Lett.* **48**, 932–935 (2019).

B-3) 総説，著書

夏目ゆうの，村岡 梓，「数物科学科における初学年の物理実験——数学，情報，物理の3コース制での取り組み」，大学の物理教育 **25**, 91–95 (2019).

松尾宗征，「人工細胞はシンギュラリティを越えられるか!?——現代の錬金術で生命の創発に挑む」，*academist Journal*, <https://academist-cf.com/journal/?p=11629> (2019).

B-4) 招待講演

Y. NATSUME, “A study of crowding effect in a cell model using a statistical mechanics approach,” The 57th Annual Meeting of The Biophysical Society of Japan, Miyazaki (Japan), September 2019.

栗原顕輔, 「物理学および化学的原始細胞モデルの構築」, H30年度アストロバイオロジーセンター若手分野間連携ワークショップ, 三鷹, 2019年2月.

栗原顕輔, 「ペプチド合成系を内包する自己再生産分子集合体の構築」, 第19回優秀論文賞受賞講演会, 品川, 2019年9月.

K. KURIHARA, “Constructive biology approach to supramolecular artificial cell,” The 3rd UK-Japan Frontiers of Science Symposium (UK-Japan FoS 2019), Urayasu, Chiba (Japan), November 2019.

B-6) 受賞, 表彰

栗原顕輔, クリタ水・環境科学研究優秀賞 (2018).

松尾宗征, 愛知県わかしゃち奨励賞 (2019).

B-7) 学会および社会的活動

その他

あいち科学技術教育推進協議会発表会「科学三昧 in あいち 2014」英語発表指導 (2014).

愛知教育大学付属岡崎中学校取材 (2015).

第6回CSJ 化学フェスタ 2016 ポスター審査 (2016).

朝日新聞「先端人」取材 (2016).

国際芸術祭「虹のキャラヴァンサライ・あいちトリエンナーレ 2016」(2016).

職場体験学習受入岡崎市立竜海中学校 (2018).

出前授業「中学生のためのサイエンスセミナー 化学で生命を創る!？」岡崎市立福岡中学校 (2018).

自然科学研究機構広報誌OKAZAKI 第57号取材 (2018).

職場体験学習受入岡崎市立翔南中学校 (2019年). (栗原顕輔, 夏目ゆうの, 松尾宗征)

B-8) 大学での講義, 客員

総合研究大学院大学, 「統合生命科学教育プログラム」, 2019年11月.

B-10) 競争的資金

科研費若手研究(A), 「表現型と遺伝子型が連携する人工細胞モデルの創成」, 栗原顕輔 (2017年–2021年).

科研費若手研究(B), 「交差触媒系を内包するベシクル型人工細胞の構築」, 栗原顕輔 (2015年–2017年).

クリタ水環境科学振興財団水を究める研究助成, 「分子システムから迫る細胞内の水の意義」, 栗原顕輔 (2018年–2019年).

油脂工業会館研究助成, 「ペプチド合成系を内包する自己再生産ベシクルの構築」, 栗原顕輔 (2018年–2019年).

自然科学研究機構アストロバイオロジーセンタープロジェクト研究, 「原始的なタンパク質を内包する原始細胞モデルの創成とその挙動解析」, 栗原顕輔 (2017年–2018年).

中部科学技術センター学術奨励研究助成, 「ドラッグデリバリーシステムを指向したオリゴペプチド内包リポソームの開発」, 栗原顕輔 (2016年–2017年).

クリタ水環境科学振興財団萌芽研究助成,「原始海洋に誕生した細胞モデルの研究」, 栗原顕輔 (2016年–2017年).

花王芸術・科学財団化学・物理学分野助成,「化学的リボソームシステムを内包するジャイアントベシクルの創成」, 栗原顕輔 (2016年–2017年).

自然科学研究機構アストロバイオロジーセンタープロジェクト研究,「リピッドワールド仮説に基づく原始細胞モデルの基礎研究」, 栗原顕輔 (2016年–2017年)

クリタ水環境科学振興財団萌芽研究助成,「生命誕生における水の汚れの重要性」, 栗原顕輔 (2015年–2016年).

自然科学研究機構新分野創成センター宇宙における生命研究分野プロジェクト,「生命材料物質の組み立て場としてみた原始細胞膜の基礎的研究」, 栗原顕輔 (2015年–2016年).

日本科学協会笹川科学研究助成,「自己増殖するベシクル型人工細胞を用いた生命起源解明への挑戦」, 栗原顕輔 (2015年–2016年).

豊秋奨学会海外渡航費助成,「内部で触媒システムを生成する人工細胞の構築」, 栗原顕輔 (2015年).

野口研究所野口遵研究助成,「ドラッグデリバリーシステムを志向した自律構築型リボソームの開発」, 栗原顕輔 (2014年–2016年).

積水化学自然に学ぶものづくり研究助成,「生物の細胞内液-液相分離に学ぶ自己組織化するソフトマテリアルの創製」, 松尾宗征 (2019年–2020年).

中部科学技術センターみらい・学術助成, 最優秀提案「新規ドラッグデリバリーシステムに応用可能な自己増殖するペプチド液滴の創製」, 松尾宗征 (2019年–2020年).

C) 研究活動の課題と展望

本研究課題で用いた液滴型人工細胞は液-液相分離しており, その疎水性, 親水性にかかわらず物質を取込む性質が認められた。このような液-液相分離を示す液滴は, 原始細胞の進化過程において潜在的に各進化段階の物質も吸収, 濃縮するため, 数多く存在する生命起源仮説を否定することなく, 各仮説の隔たりを埋めることができるミッシングリンクを提供できると期待される。

今後は触媒能を発現するRNAであるリボザイムを内包する液滴の形成と, その液滴の増殖を目標とし, より生命らしい機能を持つ液滴型人工細胞の構築を行う予定である。従来の生命起源に関する仮説では, RNAを生命起源とするRNAワールドが確立した後に, RNAとタンパク質様の物質との相互作用により生命の構築がなされて, 情報と触媒作用機能を併せもつ生命システムが創発され则认为られているが, 今後の研究課題ではRNAを含む液滴内部でペプチドの合成が起こるため, 相互作用が大きい初期段階でのカップリングが可能となるだろう。