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) アミノ酸重合と液-液相分離型液滴の自発的形成の協奏
- b) 粒子内包型ベシクルにみる偏在現象と自己再生産モデルの構築

A-3) 研究活動の概略と主な成果

- a) 前生物的環境において原始細胞の境界が、情報分子である核酸やペプチドといった重合体と、どのように協奏し進化してきたかについては未解明である。我々はこのようなモデル原始細胞の構築を目的とし、還元的雰囲気的水中で自発的にペプチドを重合しうる、ジスルフィドとチオエステル部位を有したモノマー前駆体を設計合成した。ペプチドが水中で自発的に形成されるとともに、反応進行にともない細胞サイズの液滴の形成が見出された。水中で自発的に重合したペプチドが、その反応過程で脱離した疎水性分子と水との界面を安定化させることで分子集合体を形成したと考えられる。
- b) 細胞の内部の生体高分子は、自由に動ける領域を増大するよう自身や周囲の構造を変化させる。このエントロピックな作用は排除体積効果と呼ばれる。我々は、排除体積効果を示すモデルとして、コロイド粒子を稠密に内包するベシクルを調製した。粒子がベシクル内膜でサイズの違いに応じて偏在する現象を、枯渇効果および浸透圧平衡に基づくモデルを構築して議論した。さらに発展系として、このコロイド粒子内包ベシクルを用いた自己再生産ベシクルの構築に成功した。

B-1) 学術論文

Y. NATSUME, K. KOMORI, K. ITOH and K. KURIHARA, "Spontaneous Localization of Two Kinds of Hard Spheres in Giant Vesicles," *Trans. Mater. Res. Soc. Jpn.* **43**[6], 333–338 (2018).

B-3) 総説, 著書

K. KURIHARA, M. MATSUO, T. YAMAGUCHI and S. SATO, "Synthetic Approach to Biomolecular Science by Cyborg Supramolecular Chemistry," *Biochim. Biophys. Acta, Gen. Subj.* **1862**, 358–364 (2018).

B-4) 招待講演

栗原顕輔, 「原始的なタンパク質を内包する原始細胞モデルの創成」, アストロバイオロジーセンター若手ワークショップ, 東京, 2018年2月.

栗原顕輔, 「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」, 第6回宇宙における生命ワークショップ, 東京, 2018年2月.

栗原顕輔, 「構成生物学的アプローチで迫る人工細胞の創成」, 野口遵研究助成金講演会, 東京, 2018年3月.

栗原顕輔, 「構成生物学的アプローチで迫る人工細胞構築」, 大阪大学蛋白質研究所セミナー：再構成アプローチが開拓する生体膜・膜タンパク質研究の最前線, 大阪, 2018年3月.

栗原顕輔,「柔らかい分子集合体からなる原始細胞モデルの研究」, 公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団研究優秀賞式典, 東京, 2018年8月.

B-6) 受賞, 表彰

栗原顕輔, クリタ水・環境科学研究優秀賞 (2018).

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).

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」, 2018年10月-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,「化学的リポ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ポソームの開発」, 栗原顕輔 (2014年-2016年).

C) 研究活動の課題と展望

課題a)について我々はすでに, 反応溶液に対する剪断処理と膜分子前駆体添加を繰り返すことで, 液-液相分離した液滴が自己再生産ダイナミクスを示すことを明らかにしている。この自己再生産液滴は, 2本鎖DNAを濃縮する特性があることも共焦点レーザー走査型蛍光顕微鏡で観測した。今後は, 生命起源において, 自発的な重合反応と液滴形成の協奏が核酸やペプチドを濃縮し, 反応場として機能し得たことについてさらに検討・発展させたい。一方で課題b)の人工細胞モデルが増殖するためには, 栄養を取り込んで自己再生産することが必要である。我々は, 内部にポリスチレンビーズを含むリン脂質ベシクルに脂肪酸を添加することで, ベシクル膜内における膜分子数が増大して分裂するという単純なモデルを構築することに成功した。またビーズ内包率に応じて分裂挙動が変わることも見いだした。現在, ベシクル膜面積増加と内部粒子の特定の体積分率という, 二つの条件が揃ったときの分裂について議論している。今後は, 内部粒子の変換や分裂挙動のシミュレーションモデルの構築などを行う予定である。