

平成 30 年 10 月 3 日

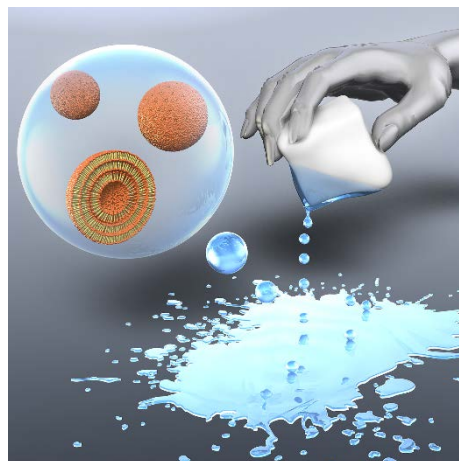
報道機関 各位

東北大学 学際科学フロンティア研究所
東北大学 大学院 工学研究科

**シリコン組成モノリス型多孔体「マシュマロゲル」
を用いてジャイアントベシクルを簡単・大量に生成
～その場生成による人工細胞研究や医療・化粧品開発に期待～**

東北大学学際科学フロンティア研究所 早瀬元・助教と大学院工学研究科ロボテ
ィクス専攻 野村慎一郎・准教授はシリコン組成モノリス型多孔体「マシュマロゲル」
に脂質を吸着させた後に緩衝液を染みこませてスポンジのように絞り出すことで、ジ
ャイアントベシクル(リポソーム)分散液を一度に大量生成する技術を開発しました。

この簡易手法はジャイアントベシクルを必要とする細胞研究のツールとしての他、
医療や化粧品などへの応用が期待されます。本発表は *Langmuir* 掲載号のカバー
アートに選ばれました。



【詳細な説明】

1. 背景

リン脂質二重膜から成るジャイアントベシクル(リポソーム、以下 GV)は細胞に類似した構造と数マイクロメートルの大きさを持ちます。そのため人工細胞や分子ロボット研究 [1] の器にする他、生きた細胞に機能性の分子を導入するなど、さまざまな生化学実験に用いられてきています。GV 分散液の作製にはこれまで数多くの手法が提案されてきましたが、一度に大量の数百ミリリットルを作製する方法は限られていました。2011 年に野村は、多孔質のポリジメチルシロキサン(PDMS)に脂質を吸着させて緩衝液中で絞り出すことで GV が生成することを発見しました [2]。その方法を実用的に発展させ、細孔制御されたシリコン組成柔軟マクロ多孔体「マシュマロゲル」(MG、**図 1**) [3] を用いることで効率化を図ったのが、今回の研究内容です。



図 1 マシュマロゲルの外観と走査型電子顕微鏡像

2. 今回の研究成果

MG の微細構造は数マイクロメートル径の骨格と数十マイクロメートルの細孔径から成っており、微細な骨格表面は滑らかな疎水面となっています [4]。リン脂質を含むクロロホルムを MG に吸収させて真空乾燥を行うと、リン脂質は疎水基を MG 骨格・親水基を細孔側に向けて配向すると考えられます。ここに緩衝液を染みこませれば細孔内で GV が生成します。この GV を緩衝液で絞り出すことで GV 分散液を取り出すことができるという仕組みです (**図 2-3**)。あらかじめ緩衝液に分子を加えることで、GV 内に分子を高効率で内包できることもわかりました。

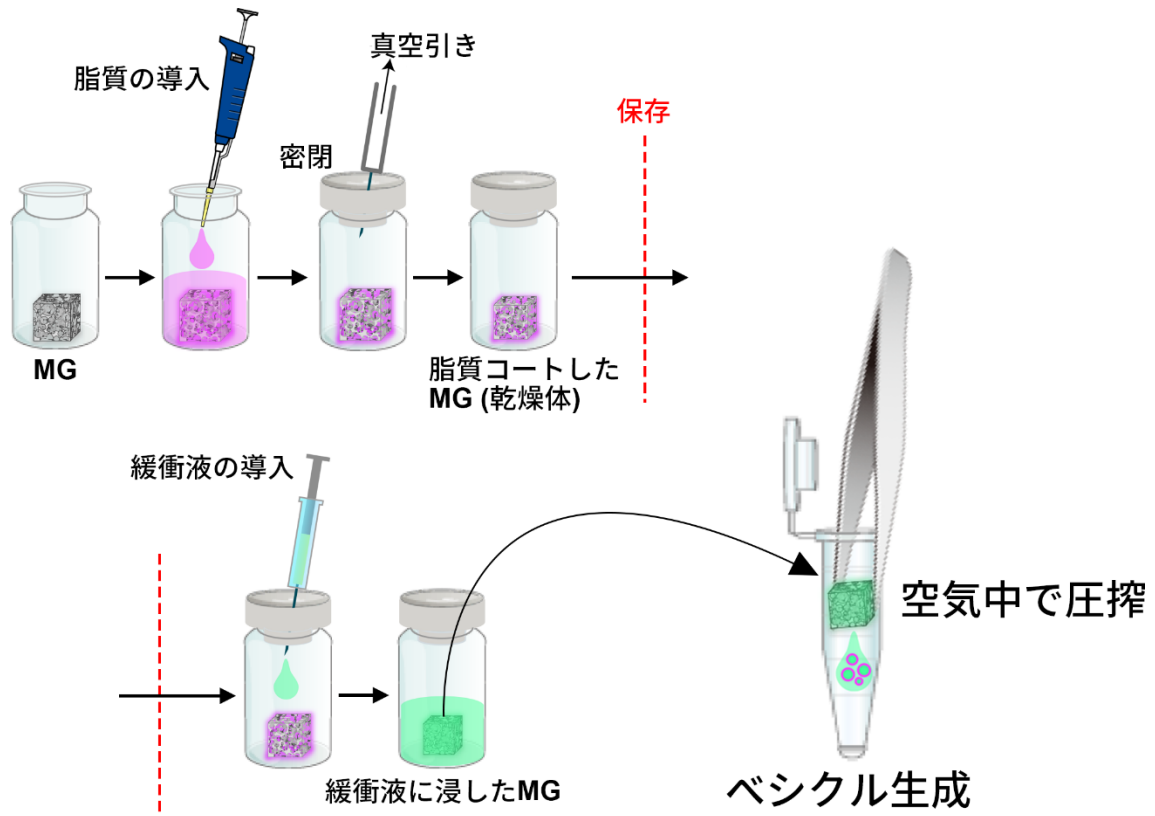


図 2 MG を用いたジャイアントベシクルの生成手順

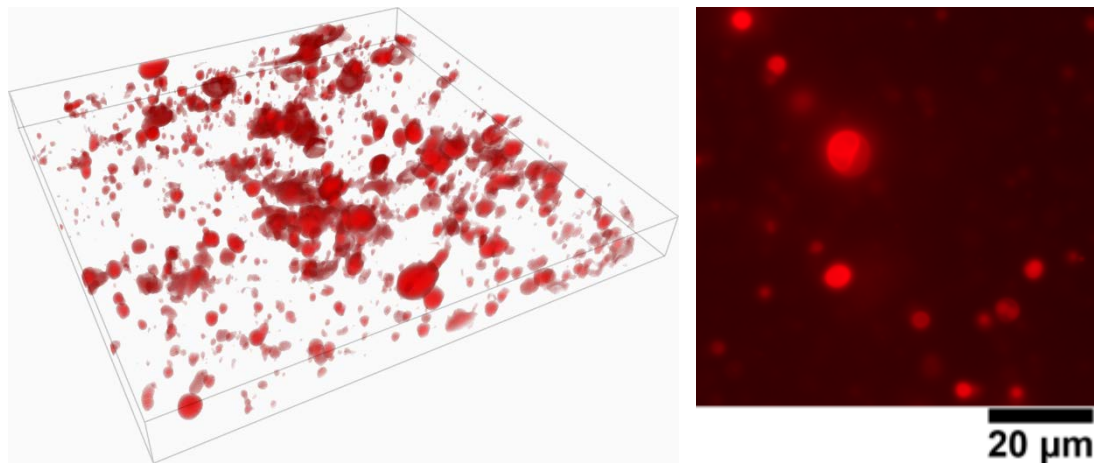


図 3 (左)GV を絞り出す直前の MG 内部の三次元像(262×262×34 μm³)と(右) MG から生成した GV の様子

マシュマロゲルを用いた GV 簡易生成をより具体的に示すためデモンストレーションを行いました。市販のコーヒーポットに脂質を染みこませたマシュマロゲルを詰め込みプレスしたところ、GV 分散液が生成することがわかりました(図 4)。このような簡単な手順でも GV 生成が可能であることから、今後は生成手法のひとつとして活躍することが期待されます。



図 4 コーヒーポットを用いたジャイアントベシクル作製の様子

3. 今後の展開

MG は作製プロセスが比較的簡単で、同じサンプルでベシクルを何度も生成することが可能です。本方法は人工細胞研究ツールとしての活躍のみならず、その場生成可能な医療・化粧品への応用が考えられます。現在はより簡単な MG 作製方法を開発中で、近日発表予定です。

【参考】

1. Sato, Y. et al., *Science Robotics* **2017**, 2, eaal3735. doi:[10.1126/scirobotics.aal3735](https://doi.org/10.1126/scirobotics.aal3735)
分子機械を組み合わせ「アメーバ型分子ロボット」を開発 ～信号分子を認識し変形機構を制御する世界初の人工分子システム～
<https://www.tohoku.ac.jp/japanese/2017/03/press20170228-02.html>
2. 特許第 5669058 号 野村慎一郎 「リポソームの製造方法」
3. Hayase, G. et al., *J. Mater. Chem.* **2011**, 21, 17077–17079.
doi:[10.1039/c1jm13664j](https://doi.org/10.1039/c1jm13664j)
4. Hayase, G. et al., *Angew. Chem. Int. Ed.* **2013**, 52, 1986–1989.
doi:[10.1002/anie.201207969](https://doi.org/10.1002/anie.201207969)

【謝辞】

本研究は科研費（24104004・15H02774・15K17909）および AMED CREST（16gm0810001h0102）の支援の下で行われました。

【論文情報】

発表論文名:

Large-Scale Preparation of Giant Vesicles by Squeezing a Lipid-Coated Marshmallow-Like Silicone Gel in a Buffer

(脂質コートしたマシュマロゲルをバッファー中で絞ることによる、ジャイアントベシクルの大容量生成)

著者名: Gen Hayase, Shin-ichiro M. Nomura

発表雑誌名: Langmuir

doi: 10.1021/acs.langmuir.8b01801

URL: <https://dx.doi.org/10.1021/acs.langmuir.8b01801>

プレプリント (ChemRxiv): <https://doi.org/10.26434/chemrxiv.5620381>

【問い合わせ先】

<研究に関すること>

東北大学 学際科学フロンティア研究所
助教 早瀬 元 (はやせ げん)

<http://hayase.science/>

東北大学大学院工学研究科ロボティクス専攻
准教授 野村 慎一郎 (のむら しんいちろう)

Email: nomura@molbot.mech.tohoku.ac.jp

<報道に関すること>

東北大学 学際科学フロンティア研究所
URA 鈴木 一行 (すずき かずゆき)

電話 : 022-794-4353

E-mail : suzukik@fris.tohoku.ac.jp