

任意形状のリポソーム集合体を構築！ ～細胞組織モデルやマイクロリアクターへの応用に期待～

本研究成果のポイント

- マイクロレールデバイスを用いたリポソーム捕捉・配列技術を提案
- マイクロレール上に最大 57 個のリポソームを直列に捕捉
- マイクロレールのデザインにより、様々な配列形状でリポソームを捕捉可能

1. 研究の概要

国立大学法人 長岡技術科学大学 技学研究院 機械系の庄司観准教授、材料工学分野の岡田瞬(博士後期課程 2 年、米子高専出身)らは、細胞サイズの巨大リポソーム（注 1）を任意の配列形状で捕捉可能なマイクロ流体デバイスを開発しました。本デバイスは流路内に設置したマイクロレール（注 2）上に複数個のリポソームを捕捉することができ、任意形状のリポソーム集合体を簡単に構築することができます。本デバイスを用いたリポソーム集合体形成手法は、細胞間コミュニケーションモデルや多細胞型分子ロボット、バイオリアクターの構築に広く応用されることが期待されます。

2. 研究の背景

脂質二分子膜小胞であるリポソームは、疑似細胞モデルや分子ロボット、バイオリアクター等への応用が期待されています。さらに、複数のリポソームを組み合わせたリポソーム集合体が報告されており（参考文献①）、より複雑なシステムを構築できる可能性があります。複数のリポソームを高効率に操作するために、これまでマイクロ流体デバイスを用いたリポソーム捕捉手法が提案されています（参考文献②）。しかしながら、従来の手法では捕捉したリポソームの配列形状を制御することができず、リポソーム集合体の応用展開を制限していました。

3. 研究の成果

本研究では、油中水滴のマニピュレーションデバイスとして報告されていたマイクロレール流路を応用することで、複数個のリポソームを簡易かつ高効率に捕捉、配列できるマイクロ流体デバイスを開発することに成功しました（図 1）。本研究はまず、流体シミュレーションを用いてリポソームの捕捉原理の検討を行いました。その結果、マイクロレールを流路中に設置することで流れの速度勾配が変化し、マイクロレール内へリポソームを引き付ける力が働くことが確認されました。また、マイクロレールを設置した流路を開発し、最大で 57 個のリポソームを直列に捕捉することに成功しました。さらに、マイクロレールの形状を変更することで、Y 字や円形状のリポソーム集合体を構築することに成功しました（図 2）。

4. 今後の展開

本研究では、マイクロ流体デバイスを用いて任意の配列形状でリポソームを捕捉することに成功しました。本研究で提案したマイクロレールデバイスは簡易な操作でリポソームを捕捉、配列できるため、リポソーム集合体を構築するための新たなプラットフォームとして応用できる可能性があります。今後は本手法で構築したリポソーム集合体と膜接着技術（注3）を組み合わせることで、細胞組織モデルや多細胞型分子ロボットの構築を目指します。

5. 研究成果の公表

本研究成果は、英国王立化学会が発行する **RSC Advances** (電子版 6 月 5 日付)に掲載されました。

論文名 : Microrail-Assisted Liposome Trapping and Aligning in Microfluidic Channels

著者 : Shun Okada and Kan Shoji

URL: <https://doi.org/10.1039/d4ra02094d>

6. 研究助成

本研究は、(国研) 科学技術振興機構 (JST) 創発的研究支援事業 (課題番号 : JPMJFR2028)、JST 戦略的創造研究推進事業 ACT-X (課題番号 : JPMJAX22K9)、科学研究費助成事業 基盤研究 B (課題番号 : 23H01822)、長岡技術科学大学技術開発教育研究振興会 研究助成の支援により実施されました。

7. 用語解説

注1) リポソーム

細胞膜の主成分であるリン脂質で構成される脂質二分子膜小胞。疑似細胞モデルや分子ロボットの筐体、バイオリアクターとして注目されている。

注2) マイクロレール

流路上面に設置された幅 20 μm 程度の細長い溝。

注3) 膜接着技術

膜接着分子や静電相互作用を用いてリポソーム同士を膜接着し、連結させる技術。

8. 参考文献

- ① D Bolognesi, G., Friddin, M.S., Salehi-Reyhani, A. et al. "Sculpting and fusing biomimetic vesicle networks using optical tweezers," *Nat Commun*, vol. 9, no. 1, p. 1882, 2018.
- ② Robinson, T. "Microfluidic Handling and Analysis of Giant Vesicles for Use as Artificial Cells: A Review," *Adv Biosyst.*, vol. 3, no. 6, p. e1800318, 2019.

図 1

開発したマイクロレールデバイスの概略図。リポソームはマイクロレール上を流れ、レール端部から捕捉されていく。

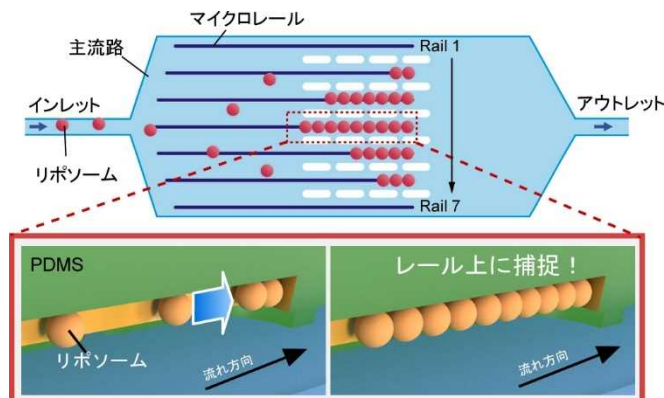


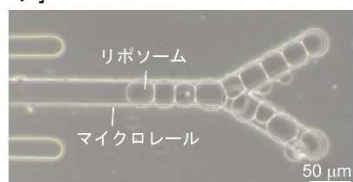
図 2

マイクロレールデバイスを用いて構築したリポソーム集合体の顕微鏡画像。マイクロレールのデザインによって、様々な配列形状で捕捉することができる。

直列



Y字



円形



【本件問い合わせ先】

長岡技術科学大学

技学研究院 機械系 准教授

庄司 観

E-mail: kshoji@mech.nagaokaut.ac.jp

TEL: 0258-47-9767

【取材申し込み先】

長岡技術科学大学大学戦略課企画・広報室

Email: skoho@jcom.nagaokaut.ac.jp

TEL: 0258-47-9209

FAX: 0258-47-9010