

# 微生物の行動に対する力学的アプローチ：壁面付近における繊毛虫遊泳

(京大理) 大村 拓也、西上 幸範、市川 正敏、  
(東北大工) 真鍋 準一、石川 拓司

## 【はじめに】

遊泳微生物の一種である繊毛虫は水界生態系において欠かせない役割を持つ。環境変化の激しい自然界において、繊毛虫は外部流れによる影響が少なく、栄養分が堆積しやすい固液界面付近に多く分布する。では、水中を自由に遊泳し続けている繊毛虫はどのようなメカニズムで固液界面付近に集まっているであろうか。そのようなマイクロスケールの遊泳運動の問題に対して、流体力学を用いたアプローチする手法が近年盛んになってきている。マイクロスケールの遊泳体（マイクロスイマー）の代表的な流体モデル、Squirmer model には、マイクロスイマー周りに形成される流れ場から分類した **pusher**、**puller**、**neutral swimmer** と呼ばれる3つの遊泳パターンがある。**pusher**、**puller** に属する微生物遊泳に関しては、実験・理論ともに研究が進んでいる(1,2)。一方で、繊毛虫遊泳は **neutral swimmer** に属するが、流体力学的な観点での実験的研究が少ない。さらに数値計算では、**neutral swimmer** は壁面から離れる方向に運動し、壁面付近に集まるという実際の微生物が示す性質と定性的に矛盾する点も見られる(3)。我々は、定量実験と流体数値計算の両方を比較することで、壁面付近における繊毛虫遊泳の力学的なメカニズムの解明を試みた。

## 【結果と考察】

実験にはモデル生物である繊毛虫 *Tetrahymena pyriformis* を用いた。この単細胞生物は扁長楕円体に近いシンプルな形状を取っており、流れ場のタイプは明確な **neutral swimmer** であることから流体モデルで遊泳運動を再現するのが比較的妥当であると言える。細胞が壁面に衝突する瞬間を顕微鏡で観測したところ、*T. pyriformis* はある角度を保ったまま壁面上をスライドすることを発見した(図1(a))。さらに詳細な実験から繊毛打の性質を見出し、この繊毛打の性質を流体モデルに組み込んで数値計算を行ったところ、楕円体のモデルスイマーで実験結果をよく再現した(図1(b))。本結果から、繊毛虫の壁面付近の運動は、繊毛打の性質を組み込めば力学的に説明可能であり、効率良く壁面上を動き回るために繊毛虫が備えている仕組みが明らかになった。

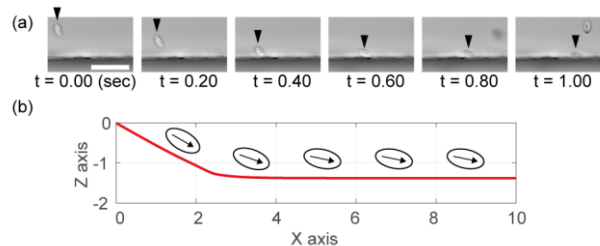


図1 (a)壁面上をスライドする繊毛虫。(b)壁面と衝突したモデルスイマーの軌跡と向き。

## 【参考文献】

- (1) Kantsler, V., Dunkel, J., Polin, M. & Goldstein, R. E. *PNAS* **110**, 1187-1192 (2013).
- (2) Ishimoto, K. & Gaffney, E. A. *J. Theor. Biol.* **360**, 187-199 (2014).
- (3) Li, G. J. & Ardekani, A. M. *Phys. Rev. E* **90**, 1-12 (2014).