

青色光照射で自律振動するマイクロサイズの結晶の 水中での遊泳とモデル

(北大院総化¹・北大院理²) ○小原 一馬¹・景山 義之²・武田 定²

Model for swimming of micro-sized crystals in water with an oscillating fin under continuous blue-light irradiation (¹Graduate School of Chemical Sciences and Engineering, Hokkaido University, ²Faculty of Science, Hokkaido University) ○ Kazuma Obara,¹ Yoshiyuki Kageyama,¹ Sadamu Takeda²

Microorganisms and artificial microrobots with connected-rods or helical-filaments can propel in viscous fluid with spatiotemporally asymmetric motion. We found that a micron-sized crystal composed of organic molecules swam in water by autonomous reciprocal motion using like a fin under continuous blue-light irradiation. Here, we report observation and numerical analyses about the swimming crystals.

The crystal propelled unidirectionally although it moved forward-and-backward in each cycle of flipping motion of the crystal. We classified the swimming styles of the crystals into two types. One is “butterfly-stroke style”, the other is “flutter-kicks style”. The fin length of flutter-kicks style was 1.5 times longer in average than that of butterfly-stroke style. The swimming crystal was modeled by three plates connected with two torque spring. Numerical analyses suggested that swimming styles of crystals depended on delay in motions of each plate.

Keywords : Swimming; Self-organized motion; Oscillation; Viscous drag; Mesoscopic science

連結したロッドやらせん型フィラメントなどの人工マイクロロボット¹⁾や微生物は、時空間的の非対称な動きをすることで、粘性支配的な媒体中を推進する。一方で、我々は、有機分子からなるマイクロサイズの板状結晶が、定常青色光照射下で、結晶の一部をヒレのように自律的な反復運動²⁾をさせて水中を一意的方向に遊泳することを発見した。ここでは、この結晶の泳ぎを顕微鏡観察と数理モデルから検討した。

結晶は、変形する度に前進と後退を繰り返しながら、総和として一方向に推進した (Fig. 1)。結晶の振動部分であるヒレの位置と結晶全体の推進方向を指標に、結晶の遊泳形態を分類した。結晶の前方が振動するバタフライ型と後方が振動するバタ足型の2種類である (Fig. 3 左図)。遊泳した結晶の顕微鏡像から、バタ足型のヒレはバタフライ型よりも平均して1.5倍長かった (Fig. 2)。次に、結晶の形状と遊泳方向の関係を明らかにすることを目的とし、粗視化モデルを構築した。結晶のヒレ部分を2枚に分割し、それぞれトルクばねで連結した運動体として、この遊泳運動をモデル化した。計算の結果、結晶の遊泳方向はヒレの動きの位相差で決まると示唆され (Fig. 3 右図)、ヒレ間の動きの位相差はヒレ長と関係していると推測された。

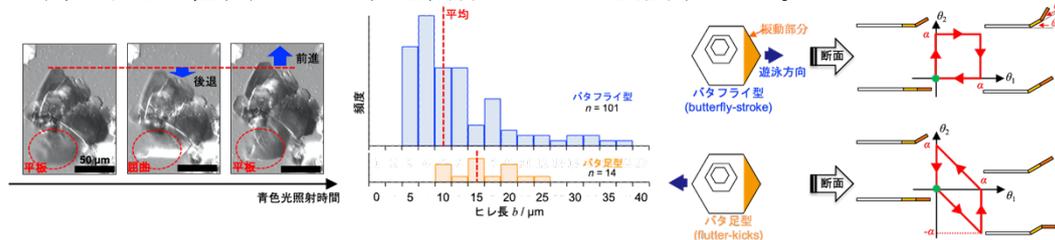


Fig. 1 結晶の顕微鏡像 **Fig. 2** ヒレ長の分布 **Fig. 3** 遊泳形態と結晶のモデル化

- 1) e. g. J. J. Abbott *et al.*, *Annu. Rev. Biomed. Eng.* **2010**, *12*, 55-85.
- 2) Y. Kageyama *et al.*, *Angew. Chem. Int. Ed.* **2016**, *55*, 8239-8243.