

課題番号: GR007
助成額: 151 百万円

グリーン・イノベーション

理工系

平成 23 年 2 月 10 日
～平成 26 年 3 月 31 日

細胞レベルから構築した微生物サスペンション工学による藻類の分布予測モデルの革新

石川 拓司 東北大学大学院工学研究科 教授
Takuji Ishikawa



専門分野
生物流体力学

キーワード
バイオメカニクス / 生物物理 / バイオ流体力学 /
細胞運動 / 数値流体力学

WEB ページ
<http://www.pfsl.mech.tohoku.ac.jp/>

研究背景

藻類は流れている液体中に存在するため、その運動や分布、代謝などは周囲の流れの影響を強く受ける。こうした流れ中の藻類の分布を予測し効率的に制御することは、生態系の予測や地球環境の予測、バイオリアクターの高効率化等において非常に重要である。

研究目的

本研究課題では、代表者がこれまでに開発してきた微生物サスペンション工学を藻類に拡張し、藻類の分布予測モデルを革新することを目的とする。藻類の走性や、細胞同士の流体力学的な干渉のモデル化も行うため、幅広い実現象を再現できる点が特徴である。

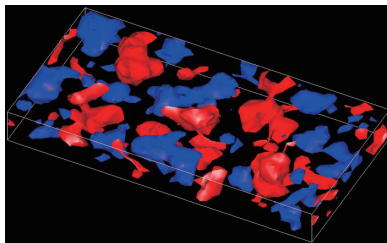
実績

代表論文: Journal of Fluid Mechanics, 705, 98-119, (2012)
特許出願: 特開 2013-152171 「血液中の粒子分離装置」(2013年8月)
受賞: 青葉工学振興会賞、青葉工学振興会 (2011年12月)
新聞: Yahoo Japan ニュース「東北大、哺乳類の「気管纖毛」の3次元構造を解明して纖毛運動の謎を解明」(2012年2月14日)、日経産業新聞「乳がん細胞 低コスト検出」(2012年3月7日)
一般雑誌: Physics 「Bacteria, live in 3D」(2011年7月8日)

研究成果

遊泳細胞懸濁液の特異流動の解明

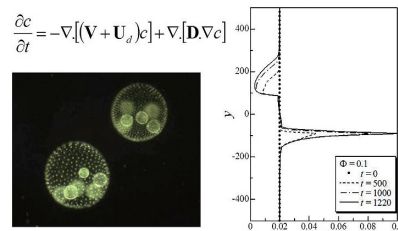
細胞懸濁液内の流動構造を共焦点マイクロ PIV を用いて調べることで、液中の輸送現象を明らかにした。特異流動により物質輸送は飛躍的に促進されるが、遊泳細胞が費やす労力は微小であることが明らかとなった。この成果は Physical Review Letter 誌に掲載され、Editors' Suggestions に選ばれた。また、アメリカ物理学会の広報誌 Physics にも取り上げられた。



遊泳細胞懸濁液中の3次元特異流動構造

革新的分布予測モデルの開発

流体の質量保存則と運動方程式、藻類の数密度の保存則を連立し、式中の各テンソル量を大規模データベースから代入する数理モデルを開発した。これにより、海洋中の微細藻類の分布予測や、バイオリアクターの配管中の微細藻類の分布予測が可能となった。



流れ中の微細藻類分布の予測例 (左上: 支配方程式, 左下: 微細藻類, 右: 鉛直方向の数密度の時間変化)

2030年の 応用展開

海洋プランクトンの分布を予測することで、赤潮の発生予報が現実のものになる。また、藻類を用いた燃料用バイオリアクタの高効率化が進み、エネルギー問題に貢献する。さらに、

対象が他の微生物にも広がり、微生物に関連するプラント工業や食品工業、医療の分野でシミュレーションによる予測・設計が可能となる。