ガイド壁を必要としないマクロスケールの光駆動型対流ポンプの検討

Macro-scale light-driven convection pumps that does not require guide walls

信州大工 [1]　○(M2)吉嶋 大貴 [1]，(B)牛尾 進太郎 [1]，杉岡 秀行 [1]

Shinshu Univ. [1], ○Hiroki Yoshijima[1], Shintaro Ushio[1], Hideyuki Sugioka[1]

E-mail: 21w4091f@shinshu-u.ac.jp

周期的な勾配を持つ構造から指向性のある流れや運動などの機械的な仕事を取り出す研究が行われている[1]．これは揺らぎなどの小さなエネルギーから機械的な仕事を得ることができるため省エネルギー化などに関して利点があるためである．そこで我々のグループでは，周期的な温度勾配を持つ熱浴から機械的な仕事を取り出すことができる Büttiker-Landauer（BL）ラチェットを用いた対流ポンプの研究を進めてきた. 具体的には, 太陽光をエネルギー源として活用できる, 浮力を利用した流体回路用の光駆動型 BL ラチェットポンプ[2]や, 対流方向の制御にガイド壁を必要としないベナール対流とマランゴニ対流を用いた BL ラチェット型自然循環ポンプ[3]を提案し, 実験検証を進めてきた．しかし，上記の光駆動型 BL ラチェットポンプは流路長 138.5 mm，ポンプ部の断面積 37.5 mm^2 のポンプであり，マクロスケールへ応用可能な，より実用的なサイズの BL ラチェット型自然循環ポンプは未だ検証されていない．それゆえ本報告では，太陽光をエネルギー源として活用できるマクロスケールにおける光駆動型対流ポンプを提案し，その性能を実験検証した結果について報告する．具体的には，斜面を黒く染色した二等辺三角柱構造体を水で満たした流路内(流路長 352.4 mm，ポンプ部の断面積 250 mm^2)に設置し，そこへ光を照射することでポンプとして活用する実験を行った．その結果，照射強度 40000 lx(160 W/m^2)の条件下において流速 U_A ~0.6 mm/s，流量 Q_A ~150 mm^3/s の流体回路を一巡する正味の流れを得ることができた.

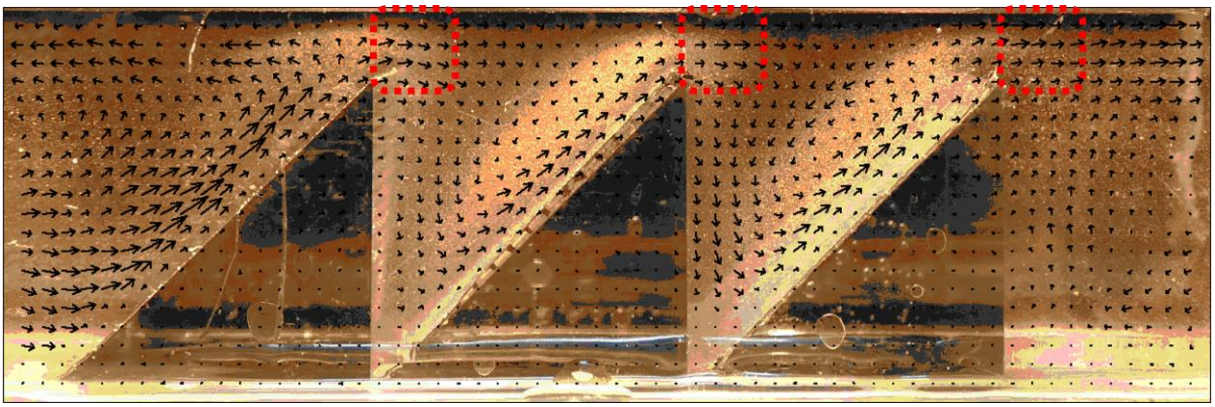

Fig. 1: Visualization of flow field. Here, I_p = 40000 lx(160 W/m^2), I_e = 10 lx, T_R = 21.0 °C, T_w = 22.8 °C.

【参考文献】

[1] Büttiker, M. Zeitschrift für Physik B Condensed Matter 68.2 (1987): 161-167.

[2] Hideyuki Sugioka, Saki Hatanaka, and Yusuke Someya. Applied Physics Letters 120.12, 123901 (2022).

[3] Hideyuki Sugioka, and Yusuke Someya. Physics of Fluids (2022).

【謝辞】

本研究は一部, JSPS 科研費 Grant number JP21K18698 の助成を受けております.