

# 自発運動する油滴によるガラスビーズの能動輸送

(同志社大院理工) ○後藤洋平・神田勝斗・山本大吾・塩井章久

[緒言] 化学反応を用いた物質の能動輸送を人工的に実現することは興味深い。このために、我々は化学反応をエネルギー源とする巨視的な油滴の運動を用いてガラスビーズを能動輸送する系を実現し、今後微視的な系での研究の進展の手掛りを得ることを目標としている。

[実験方法] Fig.1(a)に示すように円環型に形成した4 wt%寒天ゲルをガラス基板上に設置し、その経路にカチオン性界面活性剤トリメチルステアリルアンモニウムクロリド(TSAC)水溶液(3.0 mM)を注いだ。そこに直径2.0 mmのガラスビーズを8~10個ランダムに配置し、油滴としてヨウ素とヨウ化カリウムを溶質としたニトロベンゼン溶液(50 mM) 400  $\mu$ Lを注入し液滴とした。Fig.1(b)で定義される水路幅比A:Bを1:1, 1.2:1, 1.5:1, 2:1と変えて油滴の運動の様子を観察した。油滴がガラスビーズと接触したときにビーズを付着して運ぶ確率  $P_{in}$  と油滴が輸送しているガラスビーズを放出する確率  $P_{out}$  を水路幅 13, 14.5, 15.5, 17.5, 18, 18.5, 21 mm について求めた。

[結果および考察] 油滴はガラスビーズと接触すると、ある確率でガラスビーズを付着させ運動した。そして少し運動した後にガラスビーズを放出した。この過程を繰り返すことで、油滴はガラスビーズを運搬した。A:B=1:1の場合輸送されたガラスビーズは最終的に一ヶ所に偏ることなく全体に分布した。これは通常の拡散現象と同じ結果である。油滴はおおよそ5 s程度でコースを1周する。A:B=2:1(19.4 mm:9.7 mm)においてFig.1(a)の状態から油滴が運動を開始して300 s後の状態をFig.1(b)に示す。ガラスビーズは $\theta=180^\circ$ 付近に集中して輸送されている。Fig.1(b)の状態になるまでの間に一旦 $\theta=180^\circ$ 付近以外の点に輸送されることはあったものの、最終的には $\theta=180^\circ$ 付近に集まった。Fig.2にはA:B=2:1のときの5回の実験についてガラスビーズの数分布の時間変化(実線)を示す。また、ガラスビーズが通常の拡散法則に従って均一な面密度(2次元濃度)で分配された場合の計算結果(点線)を示す。Fig.2より $\theta=180^\circ$ 付近には面積に比例して輸送されたと仮定した場合よりも集中してガラスビーズが輸送されている。すなわち水路幅の僅かに広い場所にガラスビーズを能動輸送することができた。A:B=1.2:1, 1.5:1については1点に集中することはあったが、A:B=2:1に比べると水路幅が最も広い点以外に輸送されてしまうことが多かった。Fig.3に $P_{in}$ と $P_{out}$ の値を示した。Fig.3からわかるように水路幅が大きくなるにつれ $P_{in}$ は減少し、 $P_{out}$ は増大する。水路幅の広い点ではガラスビーズを付着する確率が小さく、放出する確率は高くなるために $\theta=180^\circ$ 付近に多くガラスビーズが集まった。

[まとめ] 本系は水路幅を変化させているだけであり、ガラスビーズが一か所に集まる機構は熱力学的要因に依存していないと考えられる。このため人工的な能動輸送系を設計するための手掛りとなり得ると考えられる。

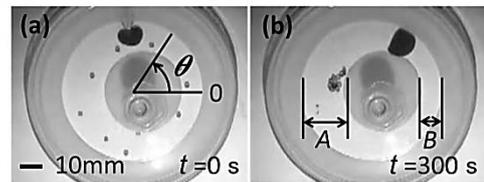


Fig.1 Transport of beads at annular course with the width ratio of 2:1.  $\theta=0$  indicates the position with the narrowest width.

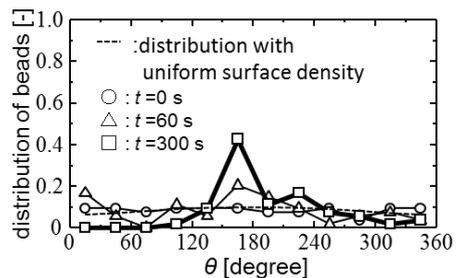


Fig.2 Distribution of beads at annular course under A:B = 2:1. Definition of  $\theta$  is shown in Fig.1

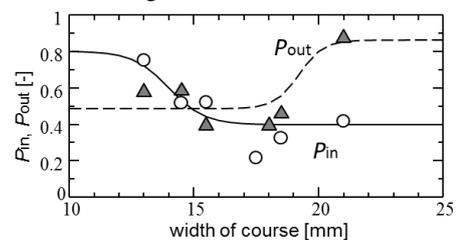


Fig.3 Probability of entrapping and releasing a bead.

## Active transport of glass beads by a self-moving oil droplet

Y. GOTO, M. KANDA, D. YAMAMOTO, A. SHIOI (Doshisha Univ., dun0711@mail4.doshisha.ac.jp)

Active transport of matter with the use of chemical energy is performed with an oil-water system. We used glass beads as a transporting matter and a self-moving oil droplet as a transporter. A nitrobenzene droplet containing iodine is used as a transporter droplet in an aqueous solution containing trimethylstearyl ammonium chloride. An oil droplet moves randomly in an annular course and transports glass beads to the widest area. A probability of releasing and entrapping a bead by a droplet was measured for various course width. The wider the course, the larger the probability of releasing a bead. Moreover the probability of entrapping a bead decreases with an increase in the course width. These dependencies of probabilities affect the transport of glass beads.