

○馬籠信之・北畑裕之・相原良一*・一野天利・吉川研一
CREST・京大院理 (*現所属：理研)

等温系での化学→機械エネルギー直接変換は生物の大きな特徴のひとつであり、このようなケモメカニカル変換系を実空間で実現することは、生命現象を解明のみならず、エネルギー面からみても重要なテーマである。今回我々は、化学的振動現象として知られるペロゾフ=ジャボチンスキー反応(BZ反応)を用い、反応によって生じる界面張力変化を活用することで、等温系で化学反応から「動き」を取り出す系を構築した。これは、系のサイズをミリメートルレベルにし、界面効果を顕在化させることで実現可能となった。

BZ反応においては、用いる鉄触媒の色の変化から、酸化状態と還元状態を視覚的に確認できる。この時、溶液の界面張力は酸化状態と還元状態で異なり、酸化状態で大きくなるが分かっている。化学波(すなわち酸化状態の波)の空間幅はサブミリオーダーであるため、化学波が生じた場合、化学波の部分の界面張力が他の箇所と比較して局所的に増大する。このために生じるマランゴニ対流を活用することで、(1)油相に浮かべた反応溶液が振動に同期して動くこと、(2)界面での物体の運搬が可能であることを明らかにした。

また、流体を記述するナビエ=ストークス式に張力勾配項を加えたシミュレーションにより、実験結果を再現することができた。

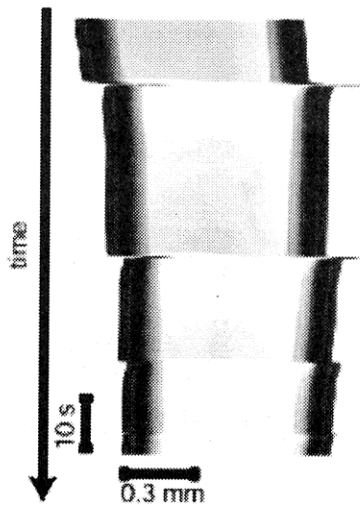


図1 油相上を運動する反応溶液

油相上に静置した1 μ lの反応溶液の内部で発生した化学波が界面に到達した瞬間に運動を始める。図は液滴の運動の一次元時空間プロット。

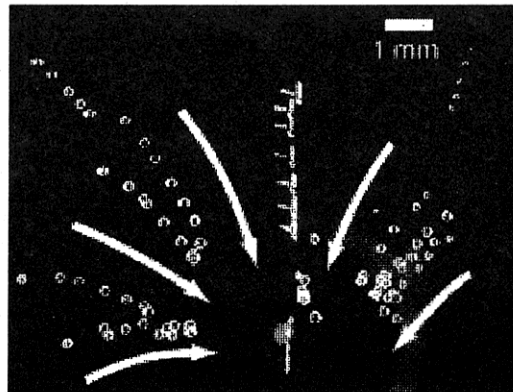


図2 化学波による界面上の物体の輸送

界面上の物体が化学波の発生部位(中央下)に向かって移動する様子を5秒間にわたって記録した図。