

BZ 反応と磁場の効果

京都大学大学院理学研究科^A・大学院工学研究科^B・国際融合創造センター^C

^A 北畑裕之・^B 赤井大介・^C 岡野英幸・^{B,C} 富田直秀・^A 吉川研一

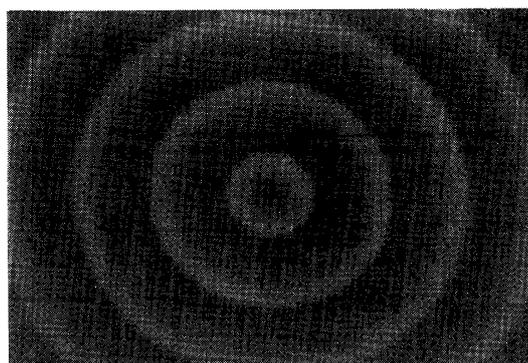
e-mail: kitahata@chem.scphys.kyoto-u.ac.jp

生命現象において静磁場が大きな影響を与えるうることが近年報告されてきており、たとえば、血流量などが静磁場の影響を受けるなどの報告がなされている。しかし、一般的には、磁場によるエネルギーは熱揺らぎよりも十分に小さいと考えられるため、分子の運動が磁場により影響されることはないと考えられてきた。たとえば、静磁場のエネルギーが重力に打ち勝って、水が割れるというようなモーゼ効果は、10 T 程度の静磁場が必要であるとされている。すなわち、永久磁石を用いる程度では、室温程度で磁場の影響が現れることは考えづらい。

このような議論は一般的に平衡系であることを仮定してなされる。しかし、濃度勾配や温度勾配があるような非平衡開放系において、成り立つかどうかは定かではない。そこで、非平衡系における静磁場の影響に関して考える。

非平衡開放系の記述方法として、反応拡散系が広く用いられる。これは、局所平衡を仮定し、隣り合った領域同士が拡散により結合すると考えるものであり、この系において自発的にリズムやパターンが生成されることが知られている。このような反応拡散系の実験系として、Belousov-Zhabotinsky 反応 (BZ 反応) が広く知られている。

(a)



(b)

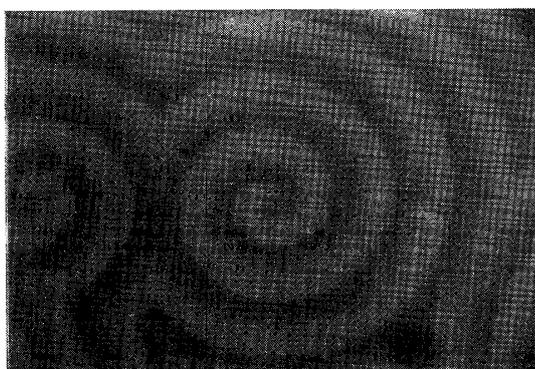


図1: BZ 反応における(a)ターゲットパターンと(b)スパイラルパターン。これらのパターンは外場の影響がない場合、一般的に見られる。

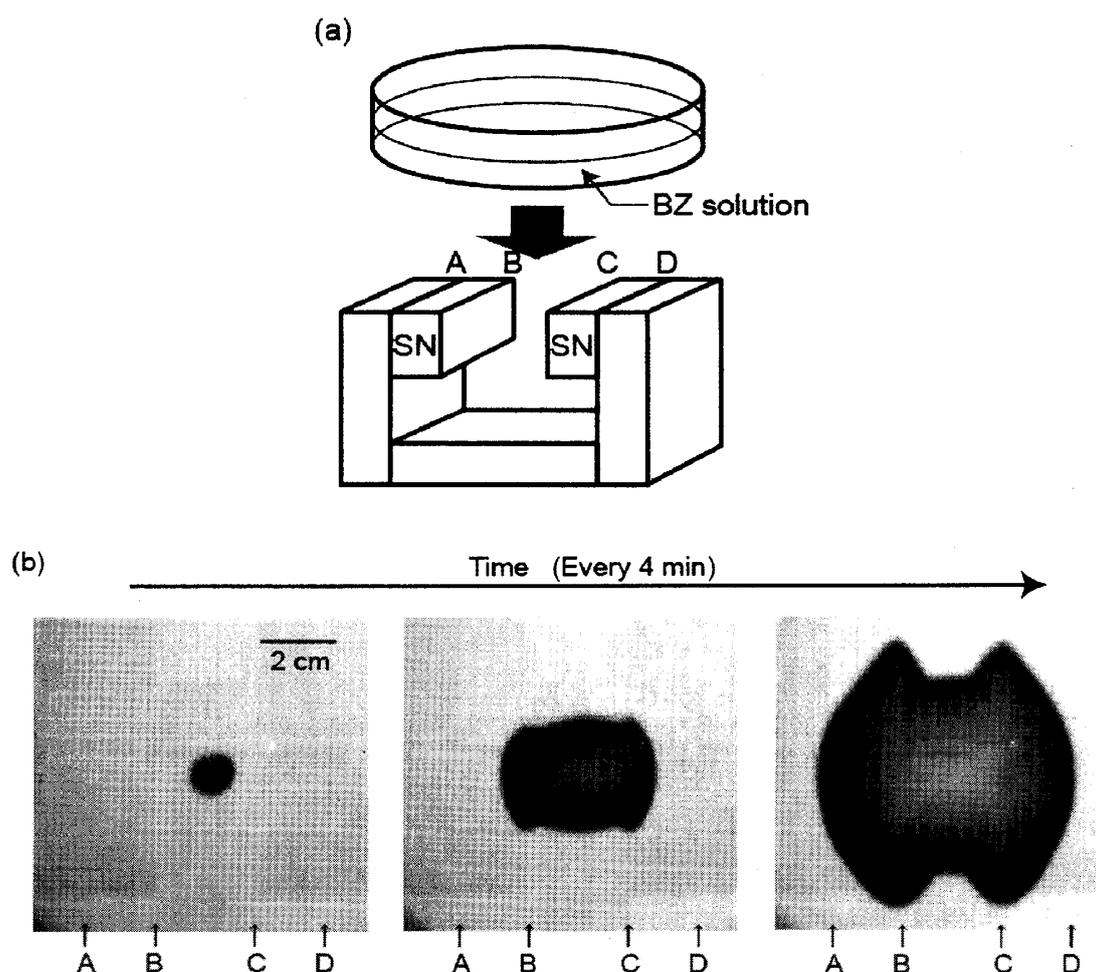


図 2：静磁場中での BZ 反応の実験。(a)装置図。図のような永久磁石の上に BZ 反応溶液を静置し、中央を銀線で刺激して化学波を発生させる。(b) 4 分毎の化学波の形状。A~D は(a)の装置図中の A~D に対応する。

今回用いた BZ 反応は、鉄のフェナントロリン錯体であるフェロインを使用しており、状態の変化を色の変化として観察することができる。すなわち、鉄イオンが 2 価の状態（赤色）と 3 価の状態（青色）を周期的に振動する。また、この溶液を静置した際には、ターゲットパターンと呼ばれる同心円状のパターンや、スパイラルパターンと呼ばれるらせんが回転するパターンが観察されることが知られている（図 1 参照）。このようなパターンが生成する背景には、化学波は等速で進行することが重要なファクターとなっている。

しかし、今回、数百 mT の静磁場中で Belousov-Zhabotinsky (BZ) 反応の化学波を伝播させたところ、磁場勾配の違いによって伝播速度が異なり、化学波が同心円状のパターンから歪む現象が観察された。本発表では、実験結果とともにそのメカニズムについても議論した（図 2 参照）。この現象の再現性は確認され

ており、また、化学波伝播の速度が変化する領域が決まっているという点から考察しても、静磁場による影響であることは確認されている。しかしながら、そのメカニズムはいまだ不明である。鉄触媒の 2 価と 3 価の違いによる透磁率の違いがその原因であると考えられるが詳細はまだ明らかになっていない。

今後、化学反応、拡散、対流のどの要素が本現象において重要な役割を果たしているのかを実験的に追及しつつ、非平衡系において特徴的な磁場と物質、あるいは化学反応との相互作用のメカニズムについて解明していきたいと考えている。