

B Z 反応におけるCircular Wave の伝播に伴う
流体力学的なグローバルな流れの計測

橋本 基*

S.C.Müller**

三池秀敏***

* : 大島商船高等専門学校, 山口県大島郡大島町小松1091-1

** : Max-Planck-Institut für Ernährungsphysiologie, FRG

*** : 山口大学工学部, 山口県宇部市常盤台2557

非攪拌バッチリアクターでのB Z (Belousov-Zhabotinskii)反応において, 化学反応波の伝播に伴って流体力学的な流れが発生することが最近発見された¹⁻⁴⁾。化学反応波と流体力学的な流れの間に何らかの関係があることは明らかにされているが, 流れの原因は解明されていない。この流れの原因を解明することが本研究の目的である。そのためにはまず空間的な流れの構造を明らかにすることが必要である。本報告では, 複数点での観測により化学反応波の伝播に伴う流体力学的なグローバルな流れの計測を行なった。

我々の用いたB Z溶液の組成をTable 1 に示す。この組成でB Z溶液は準安定状態にあり, 化学反応を起こすためには外部からの刺激が必要である。すなわちこのような組成では, 化学反応が始まる場所, 時間等を制御することが可能である。実験では, 化学反応の触媒であるferroin を混合して1分30秒後, 容器の端から銀線で刺激することによって1個のcircular wave を発生させた。一方, 流体力学的な流れを可視化するため, 0.5 μ m の人工微粒子を溶液に混入させた。レーザー光を照射して顕微鏡下でこの微粒子の動きを追跡することにより, 流れを計測した。直径7cm のガラス製円形容器と, 2cm x 7cmの亚克力製角形容器を用い, 顕微鏡の焦点を調整する

ことにより溶液表面と底部の流れの計測を行なった。溶液層の厚さは約0.85mm, 実験温度は23 \pm 0.5 $^{\circ}$ C である。

円形容器での計測結果をFig.1 に示す。溶液表面での流れの様子である。○印は観測点で, 直線はその点での速度ベクトルを示す。また点線の円弧は化学反応波の位置を示す。全体的な傾向を見ると, 流れの方向は化学反応波の内側と外側で逆向きであり, 流れは化学反応波に向かっていていることを示している。

Table 1 B-Z溶液の組成

NaBrO ₃	0.33 M
MA	0.12 M
NaBr	0.06 M
H ₂ SO ₄	0.35 M
ferroin	0.003 M
0.5 μ m Latex	0.01ml/5ml

低部では表面とほぼ逆向きの流れになっている。このことは以前の報告と一致する³⁾。しかし注意して見ると、反応開始後2分までは全体が化学反応波の発生点に向かっていることがわかる。また、周囲の壁に沿った狭い領域では、時間によらず中央付近と逆向きの流れが発生している。これらのことは、今回新たに発見された。周囲の流れの速さは、顕微鏡の焦点を合わせることが困難なため定量的な計測はできなかったが、中央付近と比較す

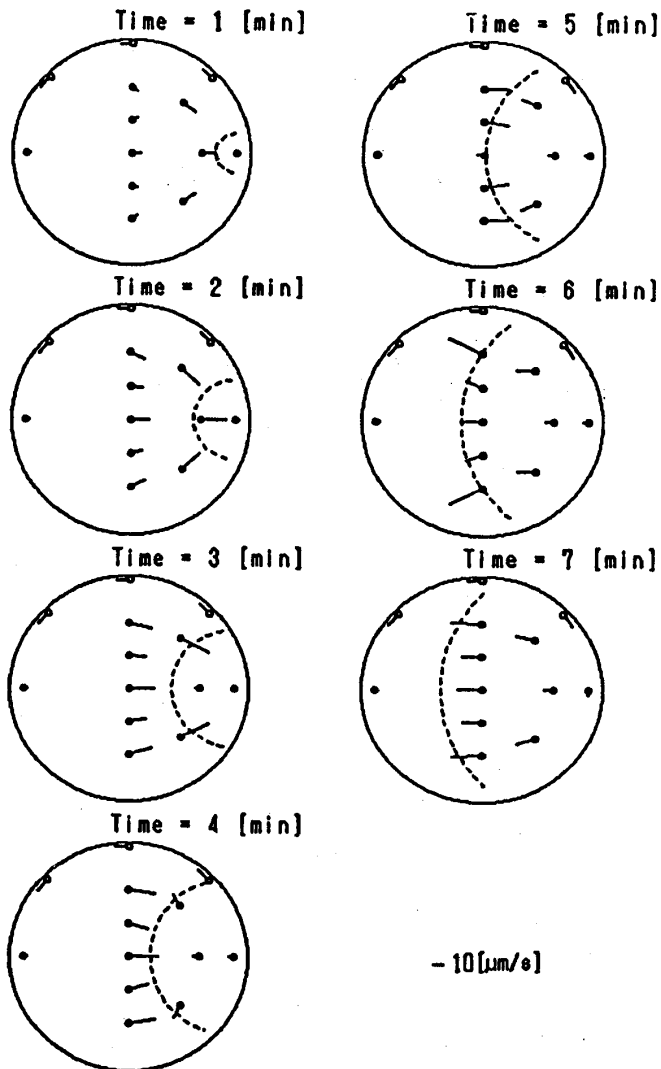


Fig.1 円形容器での速度計測結果

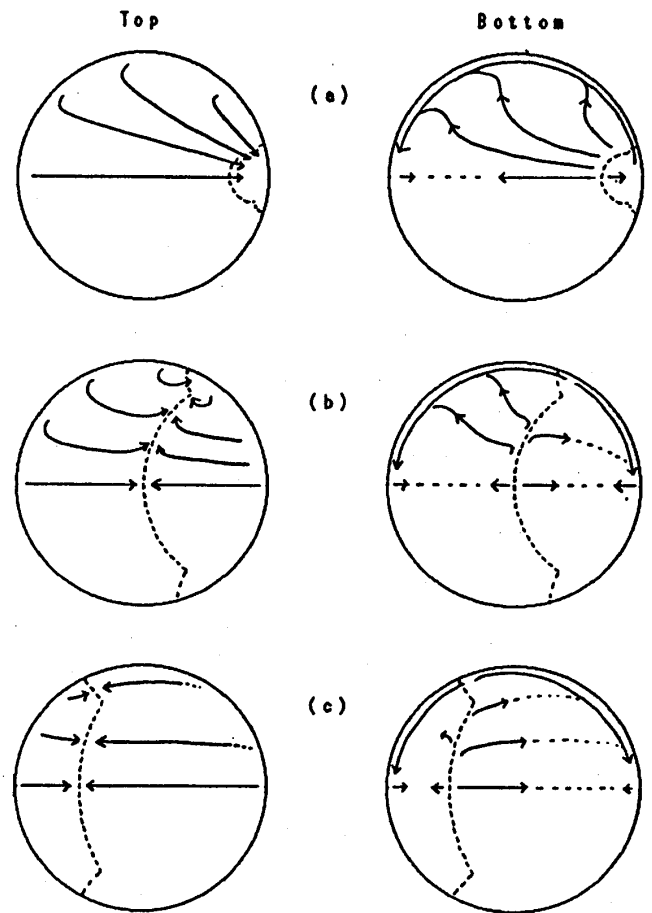


Fig.2 推定される円形容器での流線ベクトル

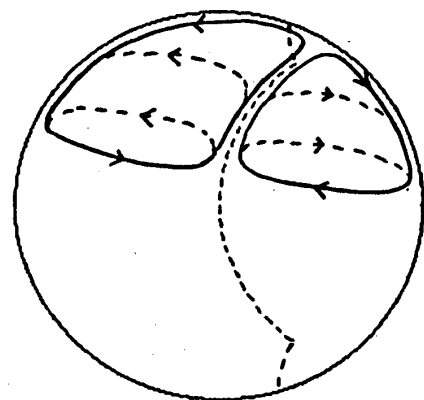


Fig.3 円形容器での流れの構造

るとかなり速い。また周囲では表面から底部まで同じ方向に流れている。このことから、壁は流れの発生に何等かの関係があると思われる。これら実験結果から、円形容器では Fig.2 のような流線ベクトルが推測される。さらに典型的な流れの構造として、Fig.3 に示すような構造が推定される。実線、点線はそれぞれ表面、底面の流れを表わす。すなわち、化学反応波の位置で沈み込むような垂直方向の流れと、化学反応波に沿って周囲に向かうような水平方向の流れがある。

次に、角形容器での計測結果を Fig.4 に示す。表面では化学反応波に向かって流れること、周囲では中央付近と逆向きに流れるということは円形容器と同じである。しかし角形容器では、速さは底部の方が遅くなっているものの、表面から底まで同じ向きに流れることが円形容器と異なる。また定性的ではあるが、周囲の流速は円形容器より速い。この現象は容器の形状の違いか材質の違いか現時点

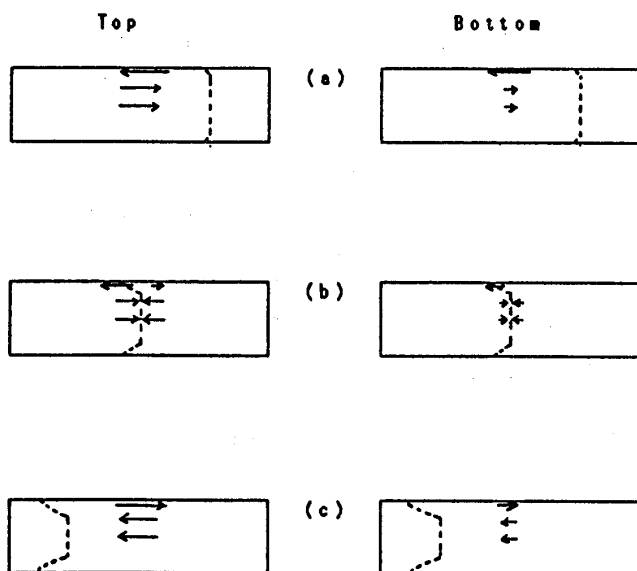


Fig.4 角形容器での速度計測結果

では不明であるが、容器の形状や材質が流れに影響を与えていることは確かである。

以上の実験結果から得られたことを以下にまとめる。

1. 流れは垂直方向の単純な2次元的な構造ではなく、水平方向にも構造を持った3次元的なものである。
2. 容器の壁に沿った狭い領域には中央付近と異なった流れがあり、壁は流れの発生に関係している。
3. 流れは容器の形状や材質によってことなる。

文献

- 1) Oscillatory Hydrodynamic Flow Induced by Chemical Waves, H.Miike, S.C Müller and B.Hess, Chem. Phys. Lett., 144(1987) p.515-520.
- 2) Oscillatory Deformation of Chemical Waves Induced by Surface Flow, H.Miike, S.C.Müller, and B.Hess, Phys. Rev. Lett., 61(1988) pp.2109-2212.
- 3) Hydrodynamic Flows Traveling with Chemical Waves, H.Miike, S.C.Müller, and B.Hess, Phys. Lett. A, 141(1989) p.25-30.
- 4) Measurement of Convection Velocities in "Mosaic" Patterns, J.Rodriguez and C.Vidal, J. Phys. Chem., 93(1989) p.2737-2740.