

Belousov-Zhavotinskii 反応の実験

静岡大・教養 長 島 弘 幸

Belousov-Zhavotinskii 反応において、一様振動と空間的に伝播する進行波を観測し、以下の様な結果を得た。

- (1) 一様振動に関しては、指示薬 Ferroin が振動周期に大きく影響すること。
- (2) 周期 \tilde{T} の温度 T (K) に対する依存性は $10 \sim 40^\circ\text{C}$ の温度領域で $\tilde{T} = \tilde{T}_0 \exp(\Delta/T)$ で表わされ $\Delta = 15.7 \pm 0.2 \text{ kcal/mol}$ である。
- (3) 空間的に伝播する波に関しては比較的波長の長い領域においては、波数 k と周波数 ω の間には $\omega = \alpha k^2 + \omega_0$ の関係が成立する。ただし ω_0 は一様振動の周波数である。

実験方法 試薬は $\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3$ ($4 \times 10^{-3} \text{ M/l}$); KBrO_3 ($3.5 \times 10^{-1} \text{ M/l}$); $\text{CH}_2(\text{COOH})_2$ (1.2 M/l); H_2SO_4 (1.5 M/l) の液を等量ずつ 15 分間スターラーで攪拌し、更に微量ピペットで計った一定量の Ferroin を加え 3 分間攪拌した。

振動周期の測定には He-Ne レーザーとシリコン太陽電池との組合せによる色の変化を検出する方法と、電極を用いて、臭素イオン濃度、セリウムイオンの酸化還元電位の測定を合わせて行なった。またシャーレ中の進行波の測定にはモータードライブを装備したカメラにて 20~60 秒間隔で連続的に写真撮影を行ない、進行波の波形等を解析する場合には、マイクロフォトメーターを用いて行なった。

実験結果 図-1 は典型的な周期の温度変化の様子を示している。Ferroin 濃度は比較的大きく $4.4 \times 10^{-4} \text{ M/l}$ であり、通常、我々の測定温度 21°C において、 $\tilde{T} = 150$ 分および $d\tilde{T}/dT|_{T=273.15+21} = -14.5 \text{ sec deg}^{-1}$ であるので、一定温度条件での周期測定には試料の温度を数時間にわたり $\pm 0.1^\circ\text{C}$ 以下の変化にとど

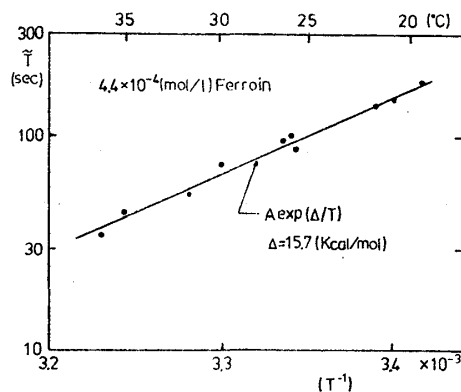


図-1 一様振動の温度依存性

めて測定した。

周期は低温になるほど長くなり 0°C 近くでは 10^3 秒以上にも達する。図-1の結果から Ferroin 濃度を他のイオン濃度を一定に保ったまま下げてゆくと、振動周期は徐々に短くなり、 $1 \times 10^{-4} \text{ M/l}$ 以下ではほぼ一定の周期一分程度 (21°C) となる。(一般的に言えば周期は薬品の“疲労”もあり時間変化するが詳細は省く)、更に濃度を小さくして $1 \times 10^{-5} \text{ M/l}$ 程度にすると逆に周期が長くなり、Ferroin 0 の周期約2分に近づく。この微量 Ferroin による急激な周期の変化の機構は現段階で不明であり検討中である。

図-2, 3 には、シャーレ中に表われた二次元的進行波の周波数 $\omega (= 2\pi/\tilde{T})$ と波数 k の関係を図示してある¹⁾。波数が小さい領域では $\omega = \alpha k^2 + \omega_0$ の関係に従って変化し、この事実は蔵本、山田らの理論²⁾からも予想される。

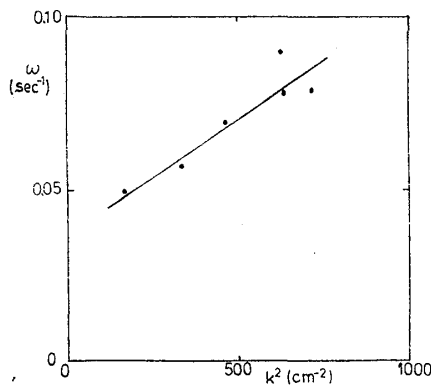


図-2 ω と k の関係

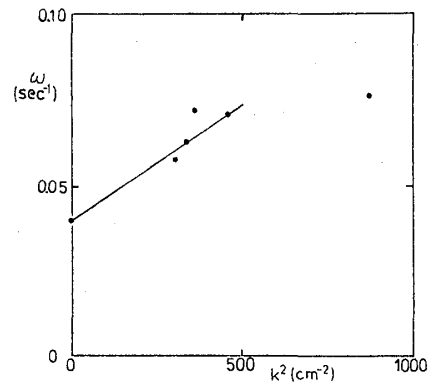


図-3 ω と k の関係

参 考 文 献

- 1) H. Nagashima: to be published
- 2) Y. Kuramoto and T. Yamada: Prog. Theor. Phys. **54** (1975) 1582.