ＢＺターゲットパターンの計算機実験

静岡大・教養部　長島弘幸

ＢＺ反応に代表される反応拡散系において、振動子の種類をいろいろ変化させ、ペースメーカーの影響で生じた波の特性を調べた。特にファン・デル・ポール振動子の場合には、新しいタイプの波が、また、レスラーモデルの場合には、カオス振動子にもかかわらず、ターゲットパターンが形成されたことは注目される。

１．反応散散系

$$A_t = F(A) + D\nabla^2 A + g(A, x) \qquad (1)$$

において、振動子Ａ　＝Ｆ(Ａ)をファン・デル・ポール(van　der　Pol)方程式，ブラッセレーター(Brüsslator)，オレゴネーター(Oregonator)，レスラー(Rössler)方程式等に選び、ターゲットパターンの生成と　その振舞の様子を調べた。

ここでは特にファン・デル・ポール方程式

$$\left.\begin{aligned} \dot{x} &= y \\ \dot{y} &= \varepsilon(1-x^2)y - x \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

およびレスラーモデル

$$\left.\begin{aligned} \dot{x} &= -(y+z) \\ \dot{y} &= x + 0.2y \\ \dot{z} &= 0.2 + z(x-5.7) \end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

に関して得られた結果の特徴的なことを要約してのべる。

２．図－１にファン・デル・ポール方程式で発生させた波を示してある。　ここでペースメーカーとしては原点を中心として半径P_r の範囲において周波数をf_r 倍にした。

すなわち２次元極座標（ｒ，θ ）において、

$$F(A)+g(A,x)=\begin{cases} f_r\,F(A) & r\leqq P_r \\ F(A) & r>P_r \end{cases} \qquad (4)$$

とした。

ここでf_rはペースメーカーと、外の媒質との振動数比である。

結果として

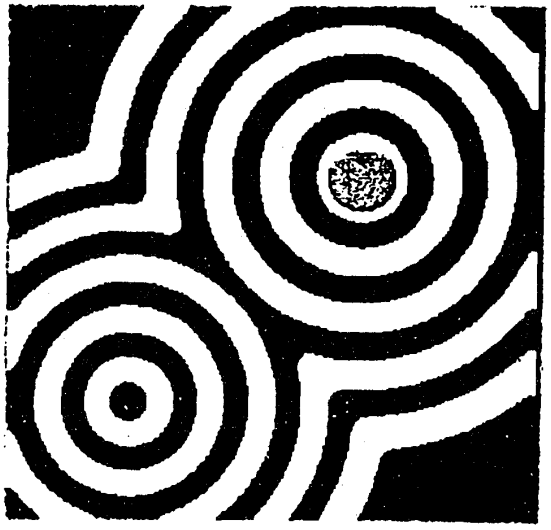
1）$f_r>1$の場合には、通常の外向きに波が進行するターゲットパターンが観測された。なおシミュレーションはf_rが最大3程度まで行った。

2）$f_r<1$の場合にも、外向きに進行する波が観測されたのは注目される。これは通常の摂動理論では説明できない結果である。

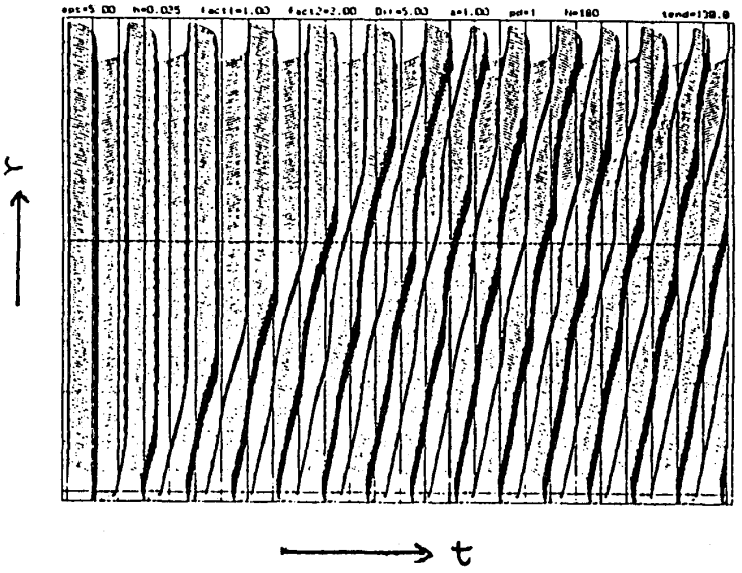
3）$f_r<1$において、$\varepsilon>3$の（固い）振動子の場合において、　通常の進行波とは異なる新たな波（図－2）が発見された。これは今まで実験や計算機シミュレーションでは見いだされていない新たな波で、その伝わす様子から　尺とり虫波(measuring worm wave)'と名付けるのが良いと考えられる。

3．レスラーモデルは、本来カオス振動子であるのでそれに基づく反応拡散系も複雑なパターンを作る事が予想される。事実（図－3）に示したように、$f_r>1$の場合においては空間パターンは明確な構造を持たない。ところが$f_r<1$の場合には驚くべきことにターゲツトパターンが形成されることが分かる（図－4）。この場合にはペースメーカーの振動数が、媒質のそれより小さいことを反映して、波は内側に向かって進んでいる。このように全体としてはカオス振動子の結合系でありながら、規則的な波の伝播がなされることは意外なことである。またその機構に関しては現在のところ不明である。

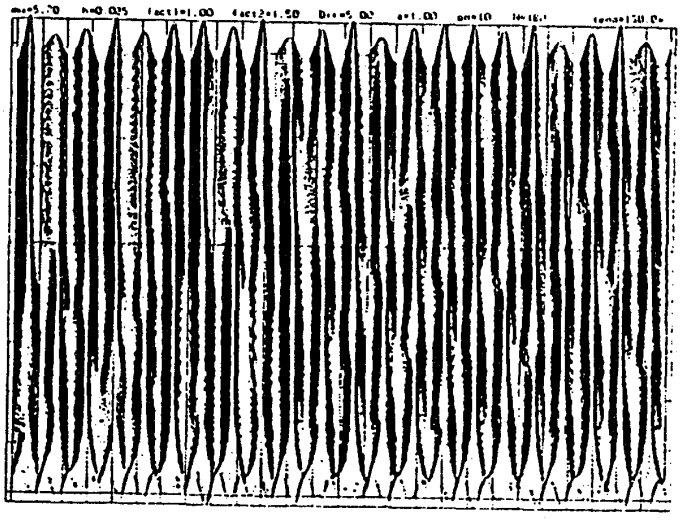
なお、この際ペースメーカー部は、本来はカオス振動子にもかかわらず、ほぼリミットサイクルのような規則的な運動をしていることが注目される。



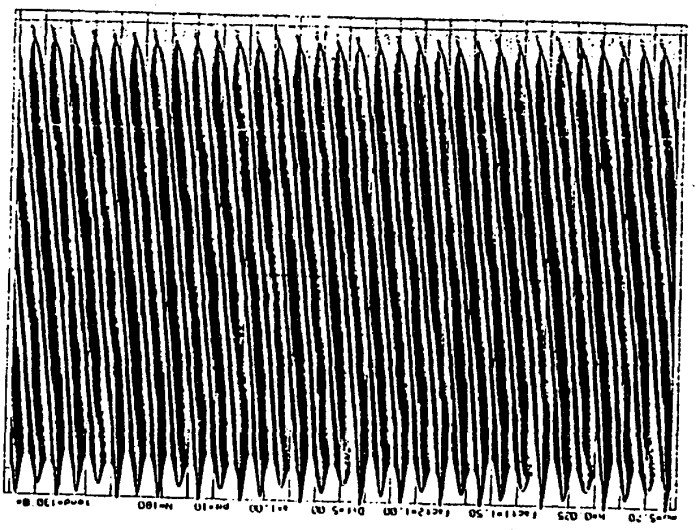
図－1



図－2



図－3



図－4