

北大院工<sup>A</sup>、情報科学<sup>C</sup> はこだて未来大複雑系<sup>B</sup>◦ 神谷泰史<sup>A</sup>、元池 N. 育子<sup>B</sup>、浅井哲也<sup>C</sup>

Spatial Pattern Formation on Diffusive Lotka-Volterra Analog LSIs

Hokkaido Univ. , Future University-Hakodate; Taishi Kamiya, Ikuko N. Motoike, Tetsuya Asai

LSI 上に構成した3変数拡散 Lotka-Volterra 系が創り出す空間パターンについて報告する。本稿では、過去に提案した Lotka-Volterra アナログ回路 [1] を2次元格子状上に多数集積した構造を考える。その回路の接点方程式から、

$$\begin{aligned} C \frac{\partial V_1}{\partial t} &= G_1 \nabla^2 V_1 + I_1 - I_0^{(M1)} e^{\frac{\kappa}{V_T} V_1} - I_0^{(Mc)} e^{\frac{\kappa}{V_T} V_2} - I_0^{(Mk)} e^{\frac{\kappa}{V_T} V_3} \\ C \frac{\partial V_2}{\partial t} &= G_2 \nabla^2 V_2 + I_2 - I_0^{(Mb)} e^{\frac{\kappa}{V_T} V_1} - I_0^{(M1)} e^{\frac{\kappa}{V_T} V_2} - I_0^{(M1)} e^{\frac{\kappa}{V_T} V_3}, \\ C \frac{\partial V_3}{\partial t} &= G_3 \nabla^2 V_3 - I_3 + I_0^{(Mak)} e^{\frac{\kappa}{V_T} V_1} + I_0^{(M\beta)} e^{\frac{\kappa}{V_T} V_2}, \end{aligned}$$

を得る。ここで、 $G_{1,2,3}$  は拡散係数、 $V_{1,2,3}$  はノード電圧 ( $V_{1,2}$  は被食者の、 $V_3$  は捕食者の個体数に対応)、 $I_{1,2,3}$  は各接点に与える電流、 $C$  は容量、 $V_T \equiv kT/q \approx 26$  mV [ $k$  はボルツマン定数、 $T$  は温度 (室温を想定)、 $q$  は電荷] である。また、 $\kappa$  および  $I_0^{(Mi)}$  は nMOS FET の製造プロセスに依存する物理パラメータである。文献 [1] に従い、被捕食の関係を  $V_1 > V_2, V_1 \ll V_3$  となるようなパラメータセットを用いた。捕食者の拡散係数を被食者のそれよりも大きい条件 ( $G_1 = G_2 < G_3$ ) で上式の数値解析 (100×100 個の単位回路を拡散結合) を行った結果、下図のようなスポットパターンが現れた [ $V_i$  を規格化 ( $\equiv x_i$ ) して表示した]。図中の黒い領域は、 $x_2 \approx 1, x_1 \approx 0, x_3 \approx 0$  ( $V_2$  種のみが生き残る領域) であり、白いスポット領域は、 $0 < x_1 \approx x_2 < 1, x_3 \ll 1$  (それぞれの種が共存している領域) である。 $V_3$  種による  $V_1$  種の捕食が進むと  $V_1$  種が絶滅することにより、餌を失った  $V_3$  種も絶滅する。それによって、 $V_2$  種のみが生き残る空間領域が現れる。また、 $V_3$  種の個体数が他の種と比べて非常に少ないと、他の種は絶滅せずに共存領域が現れるが、その領域は  $V_2$  種のみが生き残る領域よりもかなり小さいことがわかった。

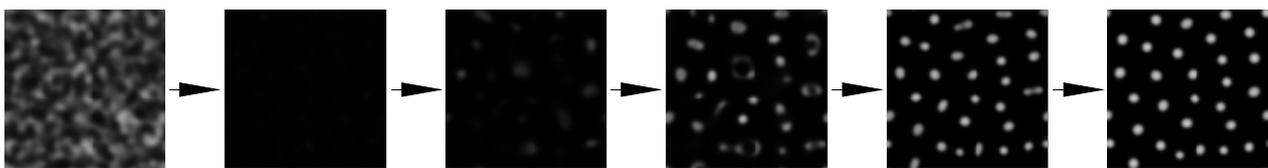


図 3 変数拡散 Lotka-Volterra 系の空間パターン

[1] Asai T., Kamiya T., Hirose T. & Amemiya Y., A MOS circuit for the LV chaotic oscillator, in *Proc. 12th Int. IEEE Workshop on Nonlinear Dynamics of Electronic Syst.*, 2004. ([http://133.87.128.168/int\\_conf/ndes\\_2004\\_asai.pdf](http://133.87.128.168/int_conf/ndes_2004_asai.pdf))