

量子ドットによる反応拡散系の構成

Reaction-diffusion systems using nanodot oscillators

北海道大学 工学部

Hokkaido University, Department of Electrical Engineering
e-mail: ooya@sapiens-ei.eng.hokudai.ac.jp

大矢 剛嗣, 上野 友邦, 浅井 哲也, 雨宮 好仁

Oya Takahide, Ueno Tomokuni, Asai Tetsuya and Amemiya Yoshihito

【はじめに】量子ドットの結合振動子系が示す非線形ダイナミクスについてこれまで報告してきた。このダイナミクスは反応拡散系の動作に類似している。ここでは、量子ドット結合振動子と反応拡散系の概念を組み合わせた「量子ドット反応拡散デバイス」を提案する。

【反応拡散系】反応拡散系とは、化学反応と物質拡散が混在した非平衡・開放系である。この系は強い非線形性による散逸構造と時空間パターンを生じる。生命現象の本質（分裂増殖や自己組織化などのダイナミクス）を生み出す舞台であると考えられている。また工学的にみても、反応拡散系の持つ並列処理性は様々な情報処理に応用できると期待される。

【量子ドット反応拡散デバイス】構成要素となる振動子はトンネル接合、量子ドット、電流源からなる簡単な回路である（図(a)の破線で囲んだ部分）。この振動子に低温で電流を流すと、クーロンブロッケードによる非線形振動を生じる。隣接する振動子の量子ドット（ノード）を結合容量で結んで結合振動子系（量子ドット反応拡散デバイス）を構成する（図(a)）。この系において、ある一つの振動子に電子トンネルが生じると、そのノード電位が変化する。この電位変化の影響が隣接の振動子に伝わり、ある時間遅れの後に電子トンネルを誘発する。同様の現象が系の各部分で発生し、系全体として秩序ある時空間パターン（電位パターン）が生まれる。

【量子ドット反応拡散系の動作】振動子系のパラメータを変えることで、様々なパターンを発生させることができる。図(b)に例を示す。比較として、BZ反応拡散系の挙動例を図(c)に示した。このように、量子ドット構造を用いて化学的な反応拡散系と類似のシステムを創り出すことができる。

