

量子ドット結合振動子系における動的パターンの形成

Formation of spatiotemporal patterns in the array of coupled nanodot oscillators

北海道大学 工学部* / 量子集積エレクトロニクス研究センター** 上野 友邦* 浅井 哲也* 福井 孝志** 雨宮 好仁*

Hokkaido University, Department of Electrical Engineering* & RCIQE** Ueno T.* Asai T.* Fukui T.** Amemiya Y.*

e-mail : ueno@sapiens-ei.eng.hokudai.ac.jp

はじめに 「反応拡散系」は化学反応と物質拡散が混在する非平衡-開放システムである。生命現象に現れる形態形成や自己組織化の舞台となっている。この反応拡散系を量子ドット集積体で模擬して新しい情報処理デバイスを創成したい。ここでは量子ドットによる「反応拡散系」の例として2次元の結合振動子系を設計し、その動作を解析した。

結合振動子系の構造 設計した振動子系を図1に示す。各振動子は量子ドットとトンネル接合からなる。結合容量を介して振動子の量子ドット間を接続する。振動子に電流を流すと、クーロンブロッケイドが成立する温度のもとで非線形振動を生じる。隣接する振動子どうしには互いに逆方向の電流を流す。電流の値は量子ドットの電位に応じて図2のように変化するものとする。

系の挙動：動的パターンの形成 この振動子系では、一つの振動子で電子トンネルが生じて量子ドット電位が変化すると、それが或る遅れ時間（トンネル待ち時間）を経て隣接振動子の電子トンネルを誘発して引き込みを生じる。電流源の特性（図2の I_0 と V_0 の値）に応じて振動子系は振動性と興奮性のいずれにもなり、系全体として秩序ある様々な動的パターンを発生する。例として、興奮性の系におけるラセン波パターンの形成を図3に示す（シミュレーション）。これはB Z化学反応系や粘菌アメーバ集団のつくるラセン波と類似のものである。

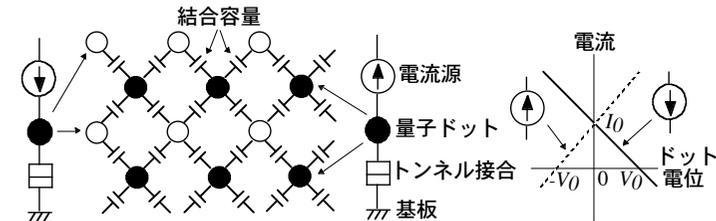


図1 量子ドット結合振動子系

図2 電流源の特性

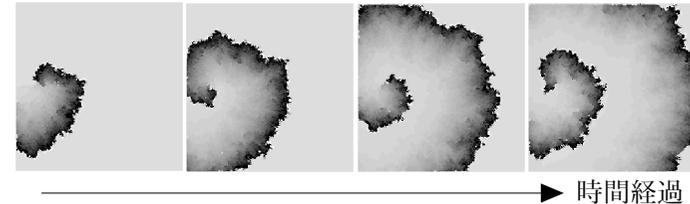


図3 螺旋パターンの形成（ドット電位の高低を白黒で表示）
(トンネル容量 1 aF , 結合容量 1 aF , $I_0 = 0.12$ nA , $V_0 = 16.5$ mV)