

分子コンピューティングの原理に学ぶ単電子情報処理

Design of single-electron information-processing circuit
based on principle of molecular computing

○横山海里、大矢剛嗣(横国大理工)

○Kairi Yokoyama, Takahide Oya (Yokohama National Univ.)

E-mail: yokoyama-kairi-kt@ynu.jp

【研究背景・目的】

近年のナノテクノロジーの発展に伴い数々のナノデバイスが開発されている。本研究では、ナノデバイスの1つである単電子回路に着目する。単電子回路は電子を1個単位で制御し動作する。また特徴として、高集積性、確率動作、低消費電力などが挙げられる。しかし、最適な情報処理手法が確立されていない。一方で分子コンピューティングによってマルコフ連鎖を表現したという報告がある^[1]。本研究では分子コンピューティングによるマルコフ連鎖の表現に着目し、単電子回路の新たな情報処理手法の確立を目的とする。

【研究内容】

本研究では単電子回路によってマルコフ過程を表現する。マルコフ過程は将来の状態が過去の状態に依存せず、現在の状態によって決まる確率過程である。

分子コンピューティングでは、マルコフ過程の各状態を分子種、遷移確率を速度定数に比例して設定することでモデル化している。また、分子の最終濃度と定常解を対応付ける。(Fig. 1)

単電子回路を用いて分子種の濃度について表現する。単電子振動子を連結することで得られる回路挙動に着目する。単電子振動子は抵抗とトンネル接合を直列接続した素子であ

る。これをバイアス電圧が正負交互になるように連結することで電圧変化が波のように伝搬する挙動を示す^[2]。この伝搬の速度を速度定数に対応付けることで状態の遷移を表現できると考えた。今回はマルコフ性を持つ問題の中でギャンブラー破産問題について単電子回路を用いて定常解の導出を試みた。詳細は講演にて述べる。

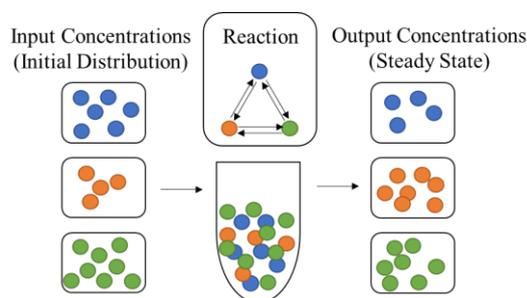


Fig. 1 Framework for the design concept of molecular computing

【参考文献】

- [1] C. Zhang, et al.: “Molecular computing for Markov chains”, *Nat Comput*, 19, pp. 593-608, (2020).
[2] T. Oya, et al., *Int. Journal of Unconventional Computing*, 1, pp. 177-194, (2005).

【謝辞】

本研究の一部は JSPS 科研費・基盤研究 (A)(JP18H03766), (B)(JP19H02545)の助成を受け実施された。