高分子トランジスタの持つノイズと確率共鳴への効果

Noise in Polymer Transistor and its Effect on Stochastic Resonance

群大院理工 [1] ○鈴木 喜晴 [1]、浅川 直紀 [1]

Gunma Univ., [1] ○Yoshiharu Suzuki[1], Naoki Asakawa[1]

E-mail: asakawa@gunma-u.ac.jp

これまでノイズは不要なものであるとされてきたが、非線形外場応答性を示すシステムにおいては、ノイズの存在が有用となるケースがある。例えば生体システムにおいて、外部および内部からのノイズを取り込むことによって、システムパフォーマンスが向上すると言われている。この現象を確率共鳴と呼び、さまざまな人工的な物理システムにおいても観測されている [1, 2]。確率共鳴を意図的に発現させ、ノイズをうまく活用することができれば、低消費エネルギー駆動が可能な情報処理システムへの応用が期待される。

確率共鳴を引き起こすためのノイズ源として、我々は高分子材料に着目している。そしてこの材料を用いて、非線形外場応答性を示す電子デバイスの一つであるトランジスタを作製することによって、確率共鳴を利用したデバイスの作製を試みている。半導体層に poly(3-hexylthiophene), 絶縁層に poly(methyl methacrylate) を用いてトップゲート型有機電界効果トランジスタ (OFET) を作製し、外部から周期信号と電場ノイズを同時に印加したところ、電場ノイズを大きくするにしたがって、信号伝達パフォーマンスの向上が確認され、確率共鳴現象がみられた [3, 4]。

作製した OFET システムの特性と数値シミュレーションの結果から、外部から印加した電場ノイズの他に、システム内部のノイズが存在していたこと、さらにその内部ノイズが確率共鳴の挙動に影響を与えていたことが明らかになった。数値シミュレーションを用いて、さらに内部ノイズの効果を調べていくと、非線形システムの閾値と類似の効果を示し、確率共鳴の発現に大きく関わることが確認された。さらに内部ノイズによって確率共鳴を制御することによって、外部ノイズに対して比較的安定なシステムパフォーマンスを維持できることが示唆された (右図)。

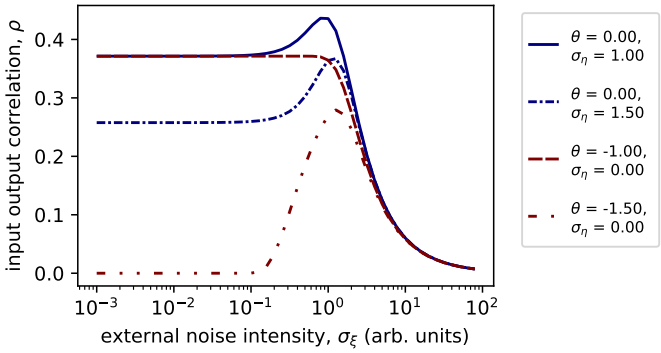

図 1: Variation of the correlation between input and output signals as a function of external noise intensity for various values of threshold value, θ (arb. units) and internal noise intensity, σ_η (arb. units).

今回は、作製した OFET システムのノイズの制御および確率共鳴への効果について議論する。

[1] L. Gammaitoni, P. Hänggi, P. Jung, and F. Marchesoni, *Rev.Mod.Phys.* **70**, 223 (1998).

[2] J. J. Collins, C. C. Chow, and T. T. Imhoff, *Nature* **376**, 236 (1995).

[3] Y. Suzuki, K. Matsubara, N. Asakawa, *Appl.Phys.Lett.* **109**, 093702 (2016).

[4] Y. Suzuki, N. Asakawa, *Phys.Rev.E* **97**, 012217 (2018).

© 2018年 応用物理学会