

酸化物ナノイオニクスによるニューロモルフィック機能の創出

Neuromorphic Functions Created by Oxide Nanoionics

物材機構¹, 早大先進理工² ○鶴岡 徹¹, 寺部 一弥¹, 長谷川 剛², 青野 正和¹

NIMS¹, Waseda Univ.², ○Tohru Tsuruoka¹, Tsuyoshi Hasegawa², Kazuya Terabe¹, Masakazu Aono²

E-mail: TSURUOKA.Tohru@nims.go.jp

生体システムでは、2つのシナプス可塑性が観測される。シナプスの結合強度がごく短時間で元に戻ってしまう短期可塑性 (Short-term plasticity: STP) と結合強度増大が数時間から生体寿命まで維持される長期増強 (Long-term potentiation: LTP) である。これらの可塑性は入力信号の強度、頻度、総数などに依存して変化する短期記憶 (Short-term memory: STM) と長期記憶 (Long-term memory: LTM) として表される。

近年、このシナプス可塑性を抵抗変化メモリーで模倣しようとする試みがなされている。特に、メモリストを用いた画像パターン認識への応用[1]など、イオンの移動を局所的に制御して機能を発現する「ナノイオニクス」の研究が注目を集めている。我々は固体電気化学反応とナノスケールの金属イオン伝導を利用した原子スイッチの研究において、Ag₂Sを用いたギャップ型原子スイッチが入力電圧の頻度に応じてコンダクタンス値が STM と LTM を示すことを初めて見いだした[2]。デバイス応用の観点からは金属/酸化物/金属の MIM 構造で実現することがより重要であり、Ag/Ta₂O₅/Pt 構造の接合型原子スイッチにおいて量子化コンダクタンスと入力頻度に応じた STM/LTM の観測に成功した[3]。さらに、WO_{3-x} 中の酸素空孔の移動を利用して数百秒レンジの比較的長い時間スケールでシナプス可塑性を模倣するデバイス動作も実証した[4]。

本発表では、我々のこれまでの成果を中心に、イオン伝導を制御してニューロモルフィック機能を発現する酸化物ナノイオニクスの概念と研究の現状、そしてネットワーク化に向けた新しい試み[5]も含めた今後の展望について議論する。

[1] M. Prezioso, et al., Nature **521** (2015) 61.

[2] T. Ohno, et al., Nature Mater. **10** (2011) 591.

[3] T. Tsuruoka, et al., Nanotechnology **23** (2012) 435705.

[4] R. Yang, et al., Nanotechnology **24** (2013) 384003.

[5] E. C. Demis, et al., Nanotechnology **26** (2015) 204003.