

固体イオニクスを基盤とする機能性デバイスの開発と 人工知能技術応用への試み

Novel Functional Devices and the AI Application Based on Solid State Ionics

物材機構, °土屋敬志, 鶴岡徹, 寺部一弥

NIMS, °Takashi Tsuchiya, Tohru Tsuruoka, Kazuya Terabe

E-mail: TSUCHIYA.Takashi@nims.go.jp

私たちは固体電解質と電子伝導体、あるいは電子・イオン混合伝導体との界面近傍で起こる酸化還元反応や電気二重層効果といった高密度の電荷蓄積現象(イオニクス現象)を基盤として、電気情報分野への応用に向けた機能性デバイスの研究開発を進めている[1,2]。例えば、近年スピントロニクス応用に向けて注目される強磁性材料である Fe_3O_4 に注目し、 Li^+ の脱挿入による酸化還元反応を利用して磁気異方性の制御を試みた[1]。面内に磁化容易軸を持つ Fe_3O_4 (110)薄膜と Li^+ 伝導性 Li-Zr-Si-O (LZSO)薄膜を利用した全固体酸化還元トランジスタ[図 1 (a)]に種々のゲート電圧を印加して Fe_3O_4 薄膜中の電子キャリア密度を制御し、ホール抵抗を用いて測定した磁気異方性の極図、および異方性磁界を図 1 (b)に示す。2 V の範囲で電圧を制御することによって、磁化方向を最大 56 度もの回転が得られ、異方性磁界を 40%以上の幅で制御可能であることがわかり、磁性体中のスピン波を用いる連続媒質型リザバー[3]への応用が考えられる。また、固体電気化学セルの起電力を利用して多腕バンディット問題を解決する意思決定イオニクスデバイスでは(図 2)、複雑な計算処理をするコンピュータとは対照的な単純動作にも関わらず、学習により漸近する正答率や適応挙動等、いずれもコンピュータ計算と類似の特性を示した[2]。講演ではこれらに加えて固体イオニクス現象を利用する新しいリザバーデバイスについても報告する予定である。

【参考文献】 [1]W. Namiki, T. Tsuchiya, K. Terabe et al. ACS Nano. (2020). [2] T. Tsuchiya, T. Tsuruoka, S.-J. Kim, K. Terabe, M. Aono, Sci. Adv. (2018). [3] R. Nakane et al. IEEE Access, 6, 4462(2018)

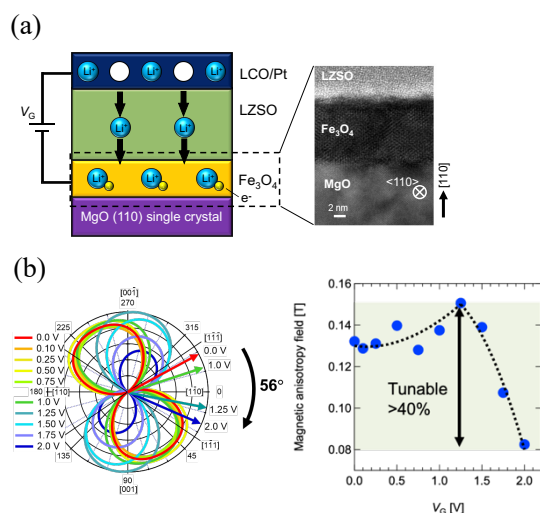


Fig. 1. All-solid-state redox device for magnetic anisotropy tuning[1]

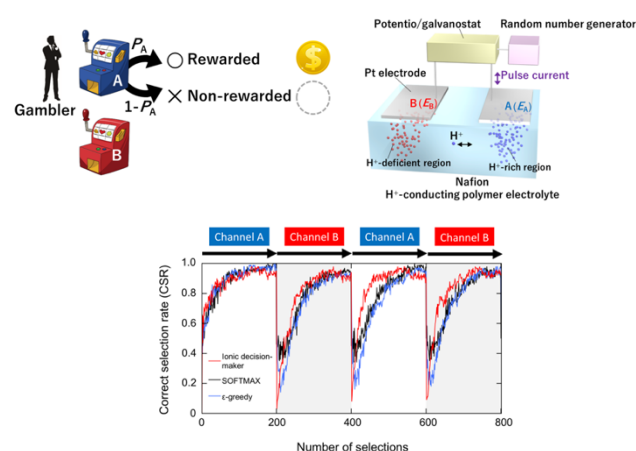


Fig. 2. Ionic decision maker for solving multi-armed bandit problems[2].