

界面超空間制御による超高効率電子デバイスの創製

一杉 太郎(東京工業大学)

昨今、全固体 Li 電池に関心が集まっていますが、それは電気化学分野の研究で、私たちが専門としている固体物性研究とは無縁だとずっと思っていました。しかし、共同研究の縁があり電気化学分野に足を踏み入ると、その考えは一変しました。

特にこの電池はすべて固体材料から成っているため、固体物性の知識(固体物理、半導体物理)で理解できるはずで、電池技術の発展に寄与することが期待されます。まさに、**固体物性研究者の出番**です。そして、私は長らく酸化物薄膜物性や表面・界面科学に関する研究を行ってきました[1, 2]。そこで、それらの知見を電気化学分野に導入し、**新しい固体電気化学を構築**すべく研究を進めています(図 1)。

そのような研究から生まれたのが本プロジェクトです。固体電解質と電極が形成する界面の超空間に着目して研究を進めていくと、**新しいタイプの情報メモリー素子**を作ることができました。電池の原理にしたがって電圧を記憶する素子です[3]。特徴をまとめます。

1. Ni で固体電解質薄膜をサンドイッチしただけのシンプルな構造 → 素子集積化に有利
2. 極微量の Li の移動により電位差が大きく変化し、0.2 V と 0.7 V の二値を記憶することができる(図 2) → 超低消費電力が魅力
3. 二週間程度で記憶を失うため、脳のような機能を持つニューロモルフィックメモリーとして活用できる可能性がある。

このような素子に加え、**イオンが伝導する(またぐ)固体電解質と電極の界面**についても研究を展開しています。

本プロジェクトでは東大・渡邊聡教授と組み、実験と理論の両面から新しい学理構築に挑んでいます。その際、機械学習やマテリアルズインフォマティックスの手法を積極的に取り込み、研究効率の向上を図っていることも特徴の一つです。

まだまだやるべきことが山積しています。新しい分野を切り拓くことを楽しみ、一歩ずつ研究を進めて新しい固体電気化学の体系化をしたいと思っています。

参考文献

1. “Quasiparticle interference on cubic perovskite oxide surfaces” Phys. Rev. Lett. 119, 086801 (2017).
2. “Scanning tunneling spectroscopy of superconductivity on surfaces of $\text{LiTi}_2\text{O}_4(111)$ thin films” Nature Commun. 8, 15975 (2017).
3. “A Nonvolatile Memory Device with Very Low Power Consumption Based on the Switching of a Standard Electrode Potential” APL Mater. 5, 046105 (2017).



図 1: 研究のビジョン。半導体デバイス物理から立ち上がった固体物理と電気化学研究を融合し、新たな領域を切り拓く。

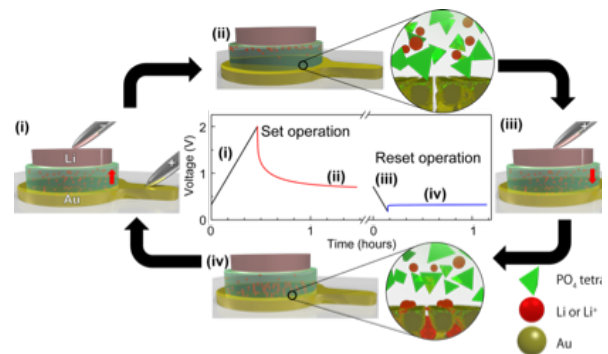


図 2: 情報記憶の例。二つの電圧値を記憶することができる。