

全固体電池界面におけるバンド構造とイオン輸送現象

東工大 物質理工学院^A

一杉 太郎^A

Ionic and electronic transport properties at the interfaces of solid-state batteries

^A*Tokyo Tech.*

Taro Hitosugi^A

昨今、電気自動車へのシフトが鮮明になり、全固体電池への期待は高まる一方である。全固体電池はすべて固体材料から成り立っているため、固体物理の考え方を導入すれば、学術と実用の両面において、大きな進展が期待できる。したがって、**日本物理学会が果たす役割は大きい**と考えている。

本講演では**全固体電池内部の界面**に注目する。電池内には様々な種類の界面が存在し、特に、固体電解質(イオン導電体)と電極物質が形成する界面と、集電体(金属)と電極物質が形成する界面は、異種の物質が接するヘテロ界面となる。他にも結晶内の粒界があり、ホモ界面を考慮する必要がある。ここで、電極とは、イオンと電子の両方が伝導に寄与する混合伝導体である。充放電中するには、リチウムイオンや電子は必ず固体-固体界面を通じて電極内部と外部を出入りする。したがって、界面におけるイオンと電子の輸送現象を正確に理解する必要がある。

そこで、我々は酸化物薄膜エピタキシャル成長技術を活用し、「**界面構造を制御**」した**モデル薄膜電池**を作り、各種物理的手法を用いた研究を進めている。その結果、極めて速いイオン移動を実現することができた(Nano Lett. (2015), ACS Appl. Mater. Interfaces (2018), ACS Appl. Energy Lett. (2020), Appl. Phys. Lett. (2020))。

さらに最近では、混合伝導体と金属の間でショットキー接合が生じることを明らかにした。そして、界面に1 nm程度の極薄層を挿入することにより、ショットキー接合の高さを制御することができることを示した。電子のみ動く半導体と金属の場合、ショットキー接合が形成することはよく知られているが、混合伝導体でも大きなショットキー接合が生じるか否かはわかっていなかった。このように、界面におけるバンドアライメントやLiイオンの濃度分布、ナノ領域における電子とイオン間の相互作用などに興味を持って研究を進めている。今後、**酸化物界面物性研究と全固体電池研究の交差点**から、界面に関わる新しい固体物理、固体化学、そして電気化学が切り拓かれることを期待している。

本研究は、西尾和記(東工大)、白木将(日本工大)、河底秀幸(東北大)、白澤徹郎(産総研)、清水康司、渡邊聡(以上、東大)各氏との共同研究である。