

全固体電池の界面におけるイオン・電子輸送現象

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、ガソリンを燃料とした自動車から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す。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のは確実です。したがって、**日本物理学会が果たす役割は大きい**と考えています。

本講演では**全固体電池内部の界面**に注目します。電池内には様々な種類の界面が存在しますが、特に、固体電解質(イオン導電体)と電極が形成する界面と、集電体(金属)と電極が形成する界面にここでは注目します。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す。充放電中は、リチウムイオンや電子は必ずそれら固体-固体界面をまたがねばならず、その輸送特性を理解する必要があります。

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、「**界面構造を規定**」した**モデル薄膜電池**を作り、各種物理的手法を用いて研究を進めています。その結果、極めて速いイオン移動を実現することができました(Nano Lett. (2015), ACS Appl. Mater. Interfaces (2018), ACS Appl. Energy Lett. (2020), Appl. Phys. Lett. (2020))。

さらに、最近では、半導体物理の知見を電池に導入することを試みています。特に、界面にわずか 1 nm 程度の極薄層を挿入することにより、界面を形成した際に起きるリチウムイオンの自発的拡散の制御に成功しました。また、集電体-正極界面におけるバンドアライメントや界面における 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います。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ます。

本研究は、小林成、中村直人、小林安貴、渡邊佑紀、中山亮、清水亮太、西尾和記(以上、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す。トヨタ自動車、JST-ALCA、JST-CREST、JST-さきがけ、科研費などの支援を受けて実施されました。