

総論 ーナノ界面制御とエレクトロニクス

General Introduction- Organic Nano-Interfacial Controlled Electronics (NICE)

東工大, 岩本光正

Department of Physical Electronics, Tokyo Institute of Technology

E-mail: iwamoto@pe.titech.ac.jp

有機材料の持つ機能性、柔軟性、多様性、デザイン性などによって創出される有機エレクトロニクス分野の研究が注目され、有機デバイスなどの研究が活発である。その背景には、新規有機材料の開発、作製・評価技術の進歩、有機デバイス物理の進展、有機材料の持つ特徴を活用したデバイスの提案などがある。しかし、これまで以上に有機界面の理解が進み界面制御が可能となるなら、さらなる飛躍や新しい分野が拓かれると考える。たとえば、柔構造膜の表面で形成される動的界面の環境を自在に活用できれば、これまでとは異なる視点からソフトなマテリアルをエレクトロニクスと結ぶことができる筈である。そこで、本シンポジウムでは、有機材料界面・分子接点に重点を置きながらエレクトロニクス素子との関連性と将来の研究方向について議論する。すなわち、「ナノ界面」に関連する有機材料、有機デバイスの作製・評価技術などの話題を拾う中で、プリントエレクトロニクスなどの将来性やこれからの有機ナノ界面制御と有機エレクトロニクスの関係について議論する。そこで、以下では、簡単に筆者らが進める研究例を紹介して本シンポジウムの繋ぎとしたい。

筆者らは、界面に電荷が蓄積される現象はマックスウェル・ワグナー (MW) 効果に基づくものであることに着眼し、有機トランジスタ、有機 EL、有機太陽電池などの動作解析を進めている。そして、電界誘起光第 2 次高調波法(EFISHG)を用いてこれらの素子の界面に電荷が蓄積されていることを実証し、その動作が蓄積電荷によって律速されることを EFISHG 可視化像と MW モデルに基づく解析で明らかにしている。有機 FET の過渡キャリア輸送が界面電荷蓄積機構に律速され $\sqrt{t}$ の時間依存性を持つこと¹⁾、有機 EL 素子発光では界面蓄積電荷電界の形成のため 2 つの発光モードが存在すること²⁾、有機太陽電池の発光効率は界面蓄積電荷量に著しい依存性があること³⁾などである。ただし、これらの現象はいずれも界面の機械的変形を伴わないものである点に注意したい。界面の変形を伴う場合にも MW 効果は基本原理として成り立つ。したがって、変形によりもたらされる界面電荷の物理を知ることはフレキシブルデバイス応用で重要となる。そこで、筆者らは有機 FET において曲げ変形により生ずる動作解析⁴⁾と、その EFISHG 像によるキャリア輸送の検証を継続している⁵⁾。なお、逆に外部電界場における界面電荷によるクーロン力や界面でのマックスウェル応力のため、ソフトなマテリアルの変形がもたらされうる点も強調したい。筆者らはベシクル溶液の交流電場下の変形応答について MW 効果解析と EFISHG 像により実証している⁶⁾。以上のようにソフトなマテリアルとエレクトロニクス素子との関連性を考える上で、界面電荷の役割を知ることが重要と考える。

1) T.Manaka et.al, PRB 78,12302(2008), 2) A.Sadakata et.al, JAP112,083723(2012), 3) X.Chen et.al, Org.Ele. 14, 320 (2013),

4) T.Yamamoto et.al, JAP.111,054502(2012), 5) Y.Abe et.al, TSF, in press (2013) 6) T.Utamaru, submitted.