

分科会企画シンポジウム報告

2015 年第 76 回応用物理学会秋季学術講演会

「有機エレクトロニクスの萌芽的研究」報告

秋季応用物理学会の初日の 9 月 13 日（日）に分科会企画のシンポジウムが開催された。有機 EL や有機トランジスタ、有機薄膜太陽電池などに続く、次世代の有機デバイスとして萌芽的な研究が進められている熱電変換素子や電解質を利用した機能性素子、ウェアラブル・ストレッチャブルデバイスなどの関連した材料・プロセス・デバイス化・応用の観点から幅広い観点で講演が行われた。常時 150 から 200 名程度の聴講者があり、この分野の関心の高さが再認識された。以下、招待講演 6 件の概要を紹介する。

山梨大学の奥崎先生からは、導電性高分子として広く用いられている PEDOT:PSS のドーパントや界面活性剤を用いた導電率向上の手法が紹介された。ここでは、PEDOT:PSS のモノマー配列（一次構造）や静電相互作用によるポリイオンコンプレックス（二次構造）、コロイド粒子（三次構造）などが、PEDOT:PSS 薄膜の導電性に大きな影響を与えることが説明された。また、ストレッチャブルエレクトロニクスへの応用を目的とした伸びる PEDOT:PSS 電極を実現するための新しい添加材の技術やゲルを組み合わせた Gelectronics などが紹介された。

早稲田大学の竹延先生からは、イオン液体を用いた新しい有機トランジスタと発光素子についての講演があった。これらの素子では、電解質を利用した二端子素子だけでなく電気二重層を用いた静電的なキャリアドーピングにより、自己組織的な PN 接合の形成と半導体材料への電流注入を同時に実現可能である。また、遷移金属カルコゲナイト単層膜を利用した電気二重層を利用した発光素子も実現されており、今後の研究の進展により有機薄膜上への同様の発光素子の実現が記載される内容で講演を締め括った。

奈良先端大の中村先生からは、有機材料を用いた熱電変換素子に関する基礎から高い熱電変換効率を実現するための基本原理が説明された。熱電材料の評価としてはゼーベック係数があるが、高純度な有機材料においては既存の理論では説明ができない巨大ゼーベック効果が発現する。詳細はまだ全て明らかになっていないが、分子性固体特有の強いアイブロンニックカップリングが一つの原因ではないかと示唆された。また、不均一系においては、金属性の層と半導体的な層を直列に接続することで、単一の材料系では実現が困難な大きなゼーベック係数と導電率の両立が可能になると説明があった。

奈良先端大学の野々口先生からは、カーボンナノチューブを用いた n 型熱電変換素子が紹介された。ここでは、ドーパントのエネルギーレベルを制御することで、カーボンナノチューブの極性を制御できること、また長期間安定する技術が示された。数年前までは数える

くらいしか材料の選択肢がなかったのが、ここ数年で多くの知見が得られてきており、今後の急速な研究の進展が期待できる。

大阪府立大の竹井先生からは、カーボンナノチューブなどの印刷技術およびそれを利用したロボット技術などが紹介された。ここでは、カーボンナノチューブや銀ナノ粒子、有機半導体を用いたセンサーが紹介され、動物のひげのように物体の形状を評価できるセンシングユニットが実証されている。また、小型ロボット用途での応用を想定として、風の検知や触覚・摩擦・温度分布が同時計測可能な電子皮膚、三次元の摩擦の方向・力の大きさなどのセンサーが紹介された。従来は単体のセンサーデバイスに関する研究報告が多かったが、これらを複合化した多機能センサーシステムが実証されている。また、低消費電力のフレキシブル CMOS 回路も合わせて紹介された。

神戸大学の石田先生からは、有極性分子膜を用いた有機センサーに関する内容が紹介された。最近ではセンサーイノベーションという流れの中で多くのセンサーが求められており、センサーによる見える化による新たな市場を形成することが期待されている。特に、照明・省エネセンサーの成長率が高いことから、これらの要求に有機デバイスが答えていく必要があることを示された。具体的には VDF オリゴマーや PVDF を用いた焦電センサーが紹介された。VDF オリゴマー系では、成膜時の基板温度で配向が大きく変化すること、構造制御することで強誘電体としての性能を最大限発揮できることが示された。また、プラスチック基板上への赤外線センサーの感度の周波数依存性が某メーカーの市販センサーと比較した結果、ほぼ同程度の高い特性を実現している。

有機デバイスはまだまだ今後の成長が期待される分野であり、このシンポジウムを契機にこれらの分野の研究が盛んになり、実用レベルの有機デバイスが実現することが期待される。

(埼玉大学・福田武司、愛媛大学・尾崎良太郎、名古屋大学・永野修作、京都工芸繊維大学・山雄健史)